

יומן השמים נובמבר 2014 - כרונולוגי

יומן השמים נובמבר 2014					תופעה	
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצינו בכחול						
דרגת קושי	הסבר					
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו				5 : 5	1 / 11
עין/ משקפת	כוכב-חמה באלנוגציה מערבית מירבית. מרחקו מהשמש 18.7 מעלות				14 : 37	1 / 11
טלסקופ	הירח יפוטס במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):				18 : 0	1 / 11
טלסקופ	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו				22 : 3	1 / 11
טלסקופ	תחילת התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.5				22 : 41.67	1 / 11
טלסקופ	קליסטו מכסה באופן חלקי את אירופה. משך התופעה (בשניות) - 265				0 : 39.9	2 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של אירופה בצדק				1 : 38	2 / 11
טלסקופ	איו חולף במרחק של 1.00 שניות קשת מאירופה				2 : 45.3	2 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק				2 : 24	2 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק				3 : 39	2 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של קליסטו על פני צדק				3 : 51	2 / 11
משקפת / טלסקופ	נפטון 4.1 מעלות דרומית לירח				4 : 40	2 / 11
משקפת	שביט C/2012 K1 Panstars חולף 47' מזרחית לביתא צייר				4 : 40.0	2 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק				4 : 42	2 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק				5 : 56	2 / 11
משקפת / טלסקופ	מאדים נכנס לצביר הכדורי M28 (עד שעה 10 בערב)				3 : 44	3 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של איו בצדק				3 : 7	3 / 11
טלסקופ	הירח בפריגיא. מרחקו מכדור הארץ (קילומטר) - 367881.8				4 : 28	3 / 11
טלסקופ	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות				5 : 8	3 / 11
עין/משקפת / טלסקופ / צילום	מרחקו (מיליוני ק"מ) 18.735	0.1249	מרחקו (בי.א.) =	האסטרואיד 1987 WC	19 : 31.0	3 / 11
טלסקופ	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו				23 : 42	3 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק				0 : 25	4 / 11
טלסקופ	הירח היפריון במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):				6 : 0.0	4 / 11
טלסקופ	הירח בקשר היורד של מסלולו				14 : 10	4 / 11
משקפת	אורנוס 0.7 מעלות דרומית לירח				18 : 53	4 / 11
עין/ משקפת	כוכב-חמה 4.2 מעלות צפונית לספיקה (אלפא בקבוצת בתולה)				18 : 10	4 / 11
טלסקופ	תחילת התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 5.7				18 : 22.45	4 / 11
משקפת / טלסקופ	הכוכב המשתנה R Peg במינימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי M6E-M9E 13.2					5 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף ליקוי של גנימד				1 : 11	5 / 11
טלסקופ	תחילת התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.1				1 : 34.28	5 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת התכנסות של גנימד בצדק				2 : 39	5 / 11
טלסקופ	הירח טיטאן במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):				6 : 0	5 / 11
טלסקופ	אסטרואיד קרס 22' צפונית לביתא עקרב				11 : 3	5 / 11
טלסקופ	תחילת התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 4.3				19 : 6.95	5 / 11
טלסקופ / צילום	מרחקו (מיליוני ק"מ) 20.09895	0.133993	מרחקו (בי.א.) =	האסטרואיד 2012 CO46	20 : 14.0	5 / 11
טלסקופ / צילום	מרחקו (מיליוני ק"מ) 5.6775	0.03785	מרחקו (בי.א.) =	האסטרואיד 2009 VR44	25 : 45.0	5 / 11
עין/משקפת / משקפת / טלסקופ	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות				25 : 57	5 / 11
טלסקופ	הכוכב המשתנה R Crv במינימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי M4.5E-M9E 13.8					6 / 11
טלסקופ	הירח קליסטו במרחק זוויתי מירבי מערבית לצדק. מרחקו (שניות קשת):				6 : 0	6 / 11
טלסקופ / צילום	מרחקו (מיליוני ק"מ) 2.064	0.01376	מרחקו (בי.א.) =	האסטרואיד 2010 XX	7 : 16.0	6 / 11
טלסקופ	אירופה חולף במרחק של 1.42 שניות קשת מאיו				23 : 12.8	6 / 11
משקפת / טלסקופ	מאדים 40' דרומית לצביר הכדורי M22				23 : 50	6 / 11
משקפת / טלסקופ	הכוכב המשתנה T Cep במינימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי M5.5E-M8.8E 10.3					7 / 11

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יומן השמים נובמבר 2014			
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצוינו בכחול			
דרגת קושי	הסבר	תופעה	תופעה
טלסקופ	ירח מלא	2 : 23	7 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של אירופה על פני צדק	3 : 51	7 / 11
עין/משקפת	אלדברן (אלפא בקבוצת שור) 0.9 מעלות דרומית לירח	20 : 17	8 / 11
עין/משקפת	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	22 : 46	8 / 11
טלסקופ	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	22 : 50	8 / 11
טלסקופ	גנימד חולף במרחק של 1.87 שניות קשת מאירופה	23 : 7.0	8 / 11
טלסקופ / משקפת	הכוכב המשתנה RS Her במקסימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי 7.9 M4E-M8E		9 / 11
טלסקופ	איו מכסה באופן חלקי את אירופה. משך התופעה (בשניות) - 96	4 : 57.9	9 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק	4 : 17	9 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של אירופה בצדק	4 : 14	9 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק	5 : 33	9 / 11
טלסקופ	סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.8	21 : 31.18	9 / 11
טלסקופ / צילום	האסטרואיד 2010 WT מרחקו (בי.א.) = 0.169433 מרחקו (מיליוני ק"מ) 25.41495	22 : 23.0	9 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף ליקוי של קליסטו	23 : 39	9 / 11
טלסקופ / משקפת	הכוכב המשתנה V Cas במקסימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי 7.9 M5E-M8E		10 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו	1 : 27	10 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של איו בצדק	5 : 1	10 / 11
טלסקופ	הירח בנטייה צפונית מירבית. נטייתו (במעלות) 18.21	6 : 0	10 / 11
טלסקופ / צילום	האסטרואיד 2001 WF49 מרחקו (בי.א.) = 0.1133 מרחקו (מיליוני ק"מ) 16.995	10 : 9.0	10 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק	0 : 1	11 / 11
טלסקופ	סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.3 21 GEM	1 : 38.28	11 / 11
טלסקופ	סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.9 20 GEM	1 : 37.42	11 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק	1 : 3	11 / 11
טלסקופ	מאדים 3.7 מעלות דרומית לפלוטו	2 : 9	11 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק	2 : 18	11 / 11
טלסקופ / צילום	האסטרואיד 2000 (138852) מרחקו (בי.א.) = 0.126143 מרחקו (מיליוני ק"מ) 18.92145	12 : 19.0	11 / 11
עין/משקפת	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	19 : 35	11 / 11
טלסקופ	LAMDA GEM 3.6 סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב	21 : 53.80	11 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של איו בצדק	23 : 30	11 / 11
טלסקופ / משקפת	הכוכב המשתנה R Cas במקסימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי 7 M6E-MI0E		12 / 11
עין	קז"ש 5 שיא מטר מטאורים טאורידים מקור - אסטרואיד 2004 מהירות 29 ק"מ TG ? 10/12 צפוניים		12 / 11
טלסקופ	סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 7.1	1 : 4.77	12 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של גנימד	1 : 31	12 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף ליקוי של גנימד	5 : 9	12 / 11
טלסקופ	שבתאי, כוכב חמה והשמש במשולש של 3 מעלות	22 : 0	12 / 11
טלסקופ	סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.2	23 : 23.82	12 / 11
טלסקופ	נוגה 1.5 מעלות דרומית לשבתאי קרוב מדי לשמש לתצפית	5 : 52	13 / 11
טלסקופ	הירח טיטאן במרחק זוויתי מיריבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת) : 157 בהירותו 8.9	8 : 0	13 / 11
טלסקופ	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	21 : 58	13 / 11
טלסקופ	ALPHA CNC (ACUBENS) 4.3 סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב	23 : 9.53	13 / 11
טלסקופ	אירופה חולף במרחק של 1.31 שניות קשת מאיו	1 : 35.3	14 / 11
טלסקופ / צילום	האסטרואיד 2000 LG6 מרחקו (בי.א.) = 0.1641 מרחקו (מיליוני ק"מ) 24.615	7 : 16.0	14 / 11
טלסקופ / צילום	האסטרואיד 2009 LD מרחקו (בי.א.) = 0.05477 מרחקו (מיליוני ק"מ) 8.2155	10 : 23.0	14 / 11

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יומן השמים נובמבר 2014							תופעה	
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצינו בכחול								
דרגת קושי	הסבר							
טלסקופ	14.8	בהירותו	188	הירח היפריון במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):			12 : 0.0	14 / 11
טלסקופ	6.7	בהירותו	516	הירח קליסטו במרחק זוויתי מירבי מזרחית לצדק. מרחקו (שניות קשת):			16 : 0	14 / 11
עין/משקפת				הכוכב המשתנה אלגול (ביטא פרסאוס) במינימום בהירות			16 : 24	14 / 11
עין/משקפת				צדק 5.7 מעלות דרומית לירח			17 : 27	14 / 11
טלסקופ				רבע אחרון של הירח			19 : 16	14 / 11
טלסקופ				הירח באפוגיאה. מרחקו מכדור הארץ (קילומטר) - 404337.4			5 : 55	15 / 11
טלסקופ			7	סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב			5 : 11.15	15 / 11
עין/משקפת				רגולוס (אלפא בקבוצת אריה) 4.9 מעלות דרומית לירח			8 : 47	15 / 11
טלסקופ / צילום	15.405	מרחקו (מיליוני ק"מ)	0.1027	מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. האסטרואיד 2000 WC1 מרחקו (בי.א.) =			13 : 31.0	15 / 11
טלסקופ / צילום	17.4756	מרחקו (מיליוני ק"מ)	0.116504	מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. האסטרואיד 2012 VE26 מרחקו (בי.א.) =			14 : 0.0	15 / 11
טלסקופ / צילום	19.65945	מרחקו (מיליוני ק"מ)	0.131063	מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. האסטרואיד 2012 XS111 מרחקו (בי.א.) =			23 : 36.0	15 / 11
טלסקופ				הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			23 : 36	15 / 11
טלסקופ / משקפת				תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של גנימד על פני צדק			0 : 17	16 / 11
טלסקופ				נפטון עומד			1 : 50	16 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של אירופה			1 : 25	16 / 11
טלסקופ				גנימד חולף במרחק של 1.49 שניות קשת מאירופה			2 : 18.3	16 / 11
טלסקופ				נפטון עובר לתנועה קדומנית			3 : 0	16 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של אינו על פני צדק			6 : 11	16 / 11
טלסקופ / צילום	21.6756	מרחקו (מיליוני ק"מ)	0.144504	מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. האסטרואיד 2012 VG5 מרחקו (בי.א.) =			7 : 45.0	16 / 11
טלסקופ / משקפת			12.4	הכוכב המשתנה R Dra במינימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרלי M5E-M9E				17 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של אינו			3 : 20	17 / 11
עין/משקפת / משקפת				הכוכב המשתנה אלגול (ביטא פרסאוס) במינימום בהירות			13 : 13	17 / 11
טלסקופ			7	הכוכב המשתנה V Mon במקסימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרלי M5E-M8E(SE)				18 / 11
עין				קז"ש 15 מקור - שביט טמפל-טאטל P/55 6-30/11			0 : 0	18 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של אינו על פני צדק			0 : 39	18 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של אינו על פני צדק			1 : 54	18 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של אירופה על פני צדק			1 : 12	18 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של אינו על פני צדק			2 : 56	18 / 11
טלסקופ				סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב			3 : 38.65	18 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של אינו על פני צדק			4 : 11	18 / 11
טלסקופ				סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב			5 : 4.17	18 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של קליסטו על פני צדק			5 : 17	18 / 11
טלסקופ				שבתאי בהתקבצות עליונה עם השמש. חולף 1.9 מעלות צפונית לשמש			9 : 49	18 / 11
טלסקופ / משקפת				קליסטו חולף במרחק של 1.54 שניות קשת מאינו			22 : 42.4	18 / 11
טלסקופ / משקפת			13.1	הכוכב המשתנה T Aqr במינימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרלי M2E-M5E				19 / 11
טלסקופ / משקפת			7.8	הכוכב המשתנה T Hya במקסימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרלי M3E-M9:E				19 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של אינו בצדק			1 : 23	19 / 11
טלסקופ				סוף התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב			4 : 14.98	19 / 11
טלסקופ			420	קליסטו מכסה באופן חלקי את גנימד. משך התופעה (בשניות) -			5 : 5.8	19 / 11
טלסקופ				שבתאי עובר להיראות ככוכב בוקר			5 : 0	19 / 11
טלסקופ				תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של גנימד			5 : 30	19 / 11
טלסקופ				פלוטו בנטייה דרומית מירבית (20.7)			18 : 16	19 / 11
טלסקופ				הירח בקשר העולה של מסלולו			19 : 50	19 / 11
עין/משקפת				ספיקה (אלפא בקבוצת בתולה) 2.0 מעלות דרומית לירח			19 : 46	19 / 11

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

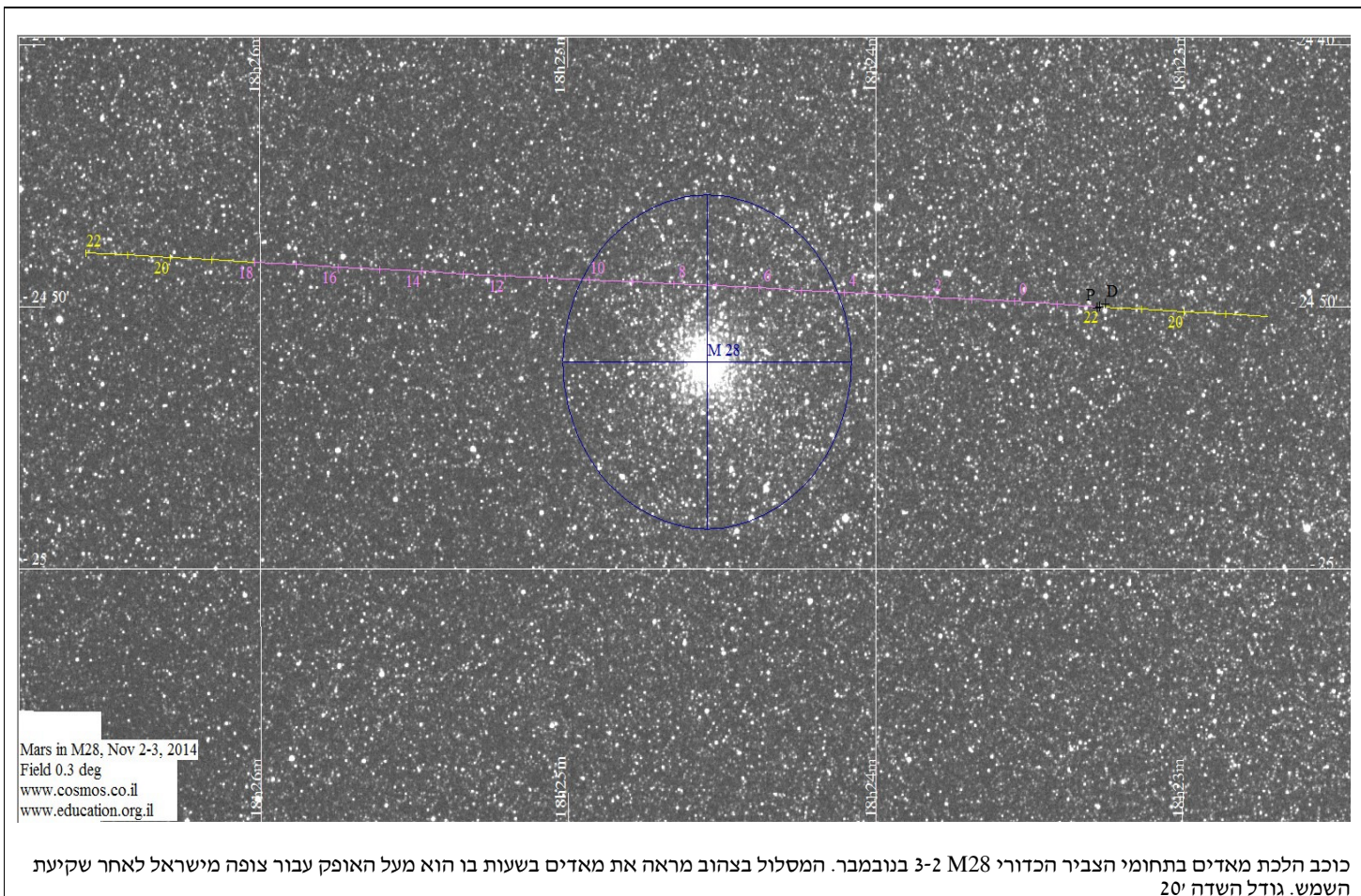
יומן השמים נובמבר 2014			
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצוינו בכחול			
דרגת קושי	הסבר	תופעה	
עין/משקפת	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	10 : 2	20 / 11
טלסקופ	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	22 : 44	20 / 11
משקפת / טלסקופ	הכוכב המשתנה V Oph במקסימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי 7.5 N3E(C6,3E)		21 / 11
טלסקופ	אירופה חולף במרחק של 1.22 שניות קשת מאיו	3 : 58.2	21 / 11
טלסקופ	הירח טיטאן במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת): 166 בהירות 8.9	8 : 0	21 / 11
עין/משקפת	כוכב-חמה 1.6 מעלות דרומית לירח	20 : 27	21 / 11
טלסקופ / צילום	מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. מרחקו (בי.א.) = 0.08643 מרחקו (מיליוני ק"מ) 12.9645	25 : 31.0	21 / 11
עין	שיא מטר מטאורים אלפא מונקרידים קז"ש משתנה – עשוי להגיע ל-15-25/11 מהירות 65 ק"מ לשנייה ירח במולד	0 : 25	22 / 11
טלסקופ / צילום	שבתאי 0.9 מעלות דרומית לירח קרוב מדי לשמש מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. מרחקו (בי.א.) = 0.114196 מרחקו (מיליוני ק"מ) 17.1294	6 : 22	22 / 11
טלסקופ	האסטרואיד 2005 UH3	13 : 31.0	22 / 11
טלסקופ	נוגה בקשר היורד של מסלולו	14 : 17	22 / 11
טלסקופ	מולד הירח	16 : 32	22 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של גנימד על פני צדק	23 : 8	22 / 11
טלסקופ	הירח קליסטו במרחק זוויתי מירבי מערבית לצדק. מרחקו (שניות קשת): 524 בהירות 6.6	0 : 0	23 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של גנימד על פני צדק	0 : 32	23 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של אירופה	3 : 58	23 / 11
עין/משקפת	נוגה 3.7 מעלות דרומית לירח	4 : 57	23 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של גנימד על פני צדק	4 : 11	23 / 11
טלסקופ	גנימד מכסה באופן חלקי את אירופה. משך התופעה (בשניות) - 55	5 : 26.3	23 / 11
עין/משקפת	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	6 : 51	23 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו	5 : 14	24 / 11
טלסקופ	הירח בנטייה דרומית מירבית. נטייתו (במעלות) -19.15- נוגה 4.5 מעלות צפונית לאנטרס (אלפא בקבוצת עקרב)	13 : 30	24 / 11
עין/משקפת	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של אירופה על פני צדק	22 : 10	24 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של אירופה על פני צדק	0 : 51	25 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של אירופה על פני צדק	1 : 13	25 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק	2 : 32	25 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק	3 : 46	25 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של אירופה על פני צדק	3 : 46	25 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק	4 : 49	25 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק	6 : 3	25 / 11
טלסקופ	פלוטו 2.2 מעלות דרומית לירח	14 : 55	25 / 11
טלסקופ	הירח היפריון במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת): 201 בהירות 14.8	18 : 0.0	25 / 11
טלסקופ	אירופה מכסה באופן חלקי את גנימד. משך התופעה (בשניות) - 564	21 : 51.8	25 / 11
טלסקופ	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	21 : 52	25 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו	23 : 42	25 / 11
עין/משקפת	כוכב-חמה 1.6 מעלות דרומית לשבתאי קרוב מדי לשמש לתצפית	2 : 29	26 / 11
עין/משקפת	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	3 : 40	26 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של איו בצדק	3 : 15	26 / 11
עין/משקפת	מאדים 5.8 מעלות דרומית לירח	10 : 2	26 / 11
טלסקופ	איו מכסה באופן חלקי את אירופה. משך התופעה (בשניות) - 200	22 : 22.5	26 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של אירופה בצדק	22 : 33	26 / 11
טלסקופ	ליקוי טבעתי של קליסטו על ידי אירופה. משך התופעה (בשניות) - 2030	23 : 49.6	26 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק	23 : 17	26 / 11
טלסקופ	איו חולף במרחק של 2.27 שניות קשת מקליסטו	0 : 32.9	27 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת התכסות של קליסטו בצדק	0 : 36	27 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק	0 : 31	27 / 11
טלסקופ / צילום	האסטרואיד 2011 UP91 מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. מרחקו (מיליוני ק"מ) 28.65495	2 : 0.0	27 / 11

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יומן השמים נובמבר 2014			
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצוינו בכחול			
דרגת קושי	הסבר	תופעה	
צילום	מרחקו (בי.א.) =		
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של קליסטו בצדק	5 : 27	27 / 11
טלסקופ	נוגה 54' דרומית לאסטרואיד קרס קרוב מדי לשמש לתצפית	7 : 54	27 / 11
טלסקופ	תחילת התכסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.9	18 : 20.63	27 / 11
טלסקופ	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	23 : 31	27 / 11
טלסקופ	אירופה מכסה כיסוי טבעתי את קליסטו. משך התופעה (בשניות) - 569	0 : 8.8	28 / 11
טלסקופ	הירח בפריגיאה. מרחקו מכדור הארץ (קילומטר) - 369824	3 : 13	28 / 11
טלסקופ	כוכב חמה בקשר היורד של מסלולו	14 : 17	28 / 11
טלסקופ	תחילת התכסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.5	19 : 59.18	28 / 11
עין/משקפת / טלסקופ	הכוכב המשתנה אלגול (בינת פרסאוס) במינימום בהירות	24 : 29	28 / 11
טלסקופ	נפטון 3.7 מעלות דרומית לירח	8 : 33	29 / 11
טלסקופ	הירח טיטאן במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת): 157 בהירותו 8.9	10 : 0	29 / 11
טלסקופ	רבע ראשון של הירח	14 : 6	29 / 11
טלסקופ	גנימד מכסה באופן מלא את איו. משך התופעה (בשניות) - 416	21 : 23.7	29 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של גנימד על פני צדק	23 : 29	29 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של גנימד על פני צדק	3 : 7	30 / 11
טלסקופ	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של גנימד על פני צדק	4 : 23	30 / 11
טלסקופ	הירח קליסטו במרחק זוויתי מירבי מזרחית לצדק. מרחקו (שניות קשת): 535 בהירותו 6.6	22 : 0	30 / 11



כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 קס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

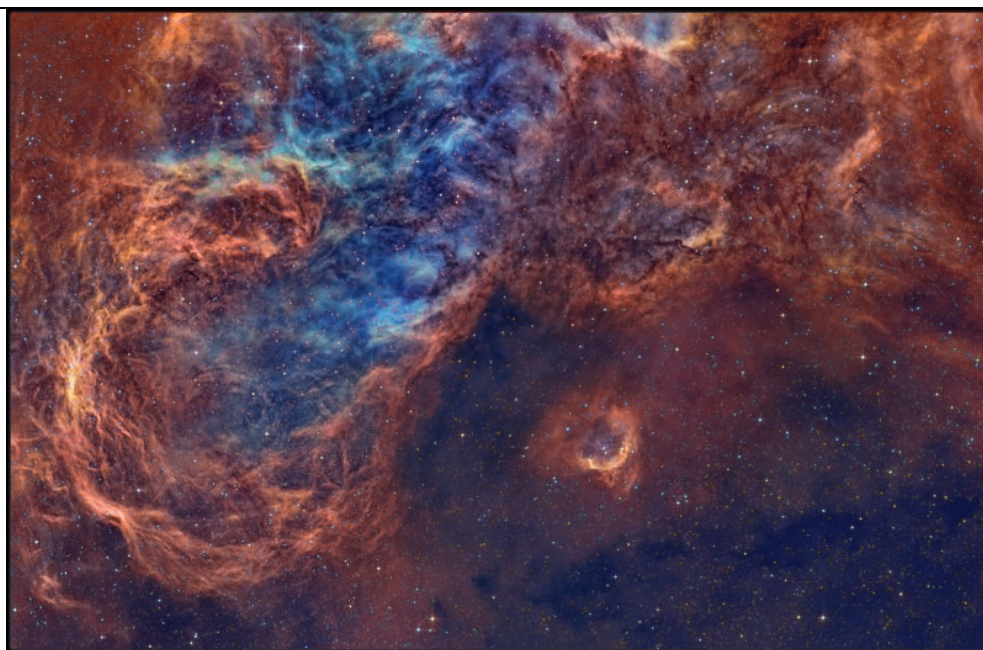
דצמבר 2014
טבלאות שמש, ירח וכוכבי לכת

שמש – זריחה, צהירה, שקיעה ודמדומים - דצמבר 2014

סוף דמדומי ערב			תחילת דמדומי בוקר			שקיעה	צהירה	זריחה	תאריך
אסטרונומים	ימיים	אזרחיים	אסטרונומים	ימיים	אזרחיים				
18:02	17:32	17:02	4:57	5:27	5:57	16:35	11:30	6:24	3 / 12
18:02	17:33	17:02	4:59	5:29	5:59	16:35	11:31	6:26	6 / 12
18:03	17:33	17:03	5:02	5:31	6:02	16:36	11:32	6:28	9 / 12
18:03	17:34	17:03	5:03	5:33	6:04	16:36	11:33	6:31	12 / 12
18:04	17:34	17:04	5:05	5:35	6:06	16:37	11:35	6:33	15 / 12
18:05	17:36	17:05	5:07	5:37	6:08	16:38	11:36	6:35	18 / 12
18:07	17:37	17:06	5:09	5:39	6:09	16:39	11:38	6:36	21 / 12
18:08	17:38	17:08	5:10	5:40	6:11	16:41	11:39	6:38	24 / 12
18:10	17:40	17:10	5:12	5:41	6:12	16:43	11:41	6:39	27 / 12
18:12	17:42	17:11	5:13	5:43	6:13	16:44	11:42	6:40	30 / 12

שמש – נתונים פיזיקליים, דצמבר 2014

קבוצת כוכבים	זמן כוכבים מקומי				משוואת הזמן m:s	קוטר זוויתי דקות קשת	מרחק מכדור הארץ (י.א.)	אנומליה	אורך אמיתי	נטייה	עלייה ישרה	תאריך 2014
נושא-נחש	5	h	6.3	m	10:26	32.47	0.9859	330.0	253.2	-22 00' 43.2"	16h35m19.66s	3 / 12
נושא-נחש	5	h	18.1	m	9:13	32.49	0.9854	333.3	256.5	-22 25' 00.4"	16h48m21.32s	6 / 12
נושא-נחש	5	h	29.9	m	7:55	32.50	0.985	335.8	259.0	-22 45' 22.1"	17h01m27.83s	9 / 12
נושא-נחש	5	h	41.7	m	6:34	32.51	0.9847	337.7	260.9	-23 01' 42.5"	17h14m38.56s	12 / 12
נושא-נחש	5	h	53.6	m	5:09	32.52	0.9844	339.4	262.6	-23 13' 56.9"	17h27m52.81s	15 / 12
נושא-נחש	6	h	5.4	m	3:42	32.53	0.9841	341.5	264.7	-23 22' 01.5"	17h41m09.73s	18 / 12
קשת	6	h	17.2	m	2:13	32.53	0.9839	344.4	267.6	-23 25' 53.6"	17h54m28.40s	21 / 12
קשת	6	h	29.1	m	0:44	32.54	0.9837	348.1	271.3	-23 25' 31.9"	18h07m47.83s	24 / 12
קשת	6	h	40.9	m	0:44	32.55	0.9835	352.3	275.5	-23 20' 56.2"	18h21m06.95s	27 / 12
קשת	6	h	52.7	m	-2:12	32.55	0.9834	356.4	279.6	-23 12' 07.7"	18h34m24.74s	30 / 12



ערפילית חור המנועול, סמוך לכוכב המסיבי אטא קרינה, שאינם נראים לצופה מישראל. צילום – כפיר סימון. נמיביה

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

הירח דצמבר 2014

קולונגציה של השמש	זווית מצב (מע' מהצפון בכיוון מזרח)	ליברציה %	קבוצת כוכבים בה שווה הירח	חלק מואר %	אלונגציה	בהירות	מרחק מכדור הארץ (ק"מ)	שקיעה	צהירה	זריחה	תאריך 2014
5.01	204.7	4.1	דגים	66	108.5	10.9	370743	00:56	19:32	13:11	1 / 12
17.17	228.6	3.4	דגים	76.2	121.5	11.3	370971	01:59	20:23	13:51	2 / 12
29.32	258.8	3.3	דגים	85.1	134.4	11.6	371797	03:01	21:15	14:32	3 / 12
41.46	284.2	4	טלה	92.1	147.2	12	373310	04:03	22:08	15:16	4 / 12
53.6	300.2	5	טלה	96.9	159.7	12.3	375561	05:04	23:01	16:02	5 / 12
65.73	310	6	שור	99.4	171.4	12.6	378529	06:02	23:54	16:51	6 / 12
77.86	316.5	6.9	שור	99.7	173.3	12.6	382104	06:57	---	17:43	7 / 12
89.99	321.3	7.5	אוריון	97.7	162.5	12.3	386091	07:47	00:46	18:36	8 / 12
102.12	325.5	7.8	תאומים	93.8	151	12	390226	08:34	01:36	19:30	9 / 12
114.26	329.6	7.7	תאומים	88.2	139.6	11.6	394198	09:15	02:24	20:23	10 / 12
126.39	334.5	7.2	סרטן	81.2	128.5	11.3	397693	09:54	03:11	21:16	11 / 12
138.53	341	6.5	אריה	73.2	117.5	11	400417	10:29	03:55	22:09	12 / 12
150.68	350.4	5.5	אריה	64.4	106.6	10.7	402133	11:02	04:38	23:01	13 / 12
162.83	4.8	4.6	אריה	55.2	95.8	10.3	402676	11:35	05:21	23:54	14 / 12
174.98	26.7	3.9	בתולה	45.7	85	-9.8	401976	12:07	06:03	---	15 / 12
187.14	53.9	3.8	בתולה	36.3	74	-9.4	400063	12:41	06:46	00:47	16 / 12
199.31	78.1	4.4	בתולה	27.3	62.8	-8.9	397070	13:17	07:32	01:42	17 / 12
211.48	95.6	5.3	בתולה	18.9	51.4	-8.4	393225	13:56	08:19	02:38	18 / 12
223.66	108.1	6.2	מאזניים	11.5	39.6	-7.7	388838	14:39	09:10	03:37	19 / 12
235.84	118.1	7	מאזניים	5.7	27.5	-6.5	384270	15:28	10:03	04:37	20 / 12
248.02	127	7.5	נושא-נחש	1.8	15.3	-5	379897	16:23	11:00	05:37	21 / 12
260.21	135.6	7.7	קשת	0.2	4.9	-4.2	376066	17:23	11:59	06:35	22 / 12
272.4	144.6	7.6	קשת	1.1	12.3	-4.8	373046	18:27	12:57	07:31	23 / 12
284.59	154.4	7.2	קשת	4.7	25.1	-6.2	370998	19:33	13:56	08:22	24 / 12
296.78	165.6	6.6	דלי	10.8	38.3	-7.7	369955	20:39	14:52	09:09	25 / 12
308.97	178.8	5.9	גדי	19	51.6	-8.5	369842	21:45	15:46	09:53	26 / 12
321.15	194.9	5.1	דלי	28.9	64.9	-9.2	370502	22:49	16:39	10:34	27 / 12
333.32	214.7	4.5	דגים	39.7	78	-9.7	371745	23:53	17:30	11:13	28 / 12
345.49	237.6	4.3	דגים	50.9	90.9	10.3	373392	---	18:21	11:53	29 / 12
357.65	260.6	4.4	דגים	61.9	103.6	10.7	375303	00:55	19:12	12:33	30 / 12
9.8	279.9	5	טלה	72.2	116.2	11.1	377398	01:56	20:03	13:14	31 / 12

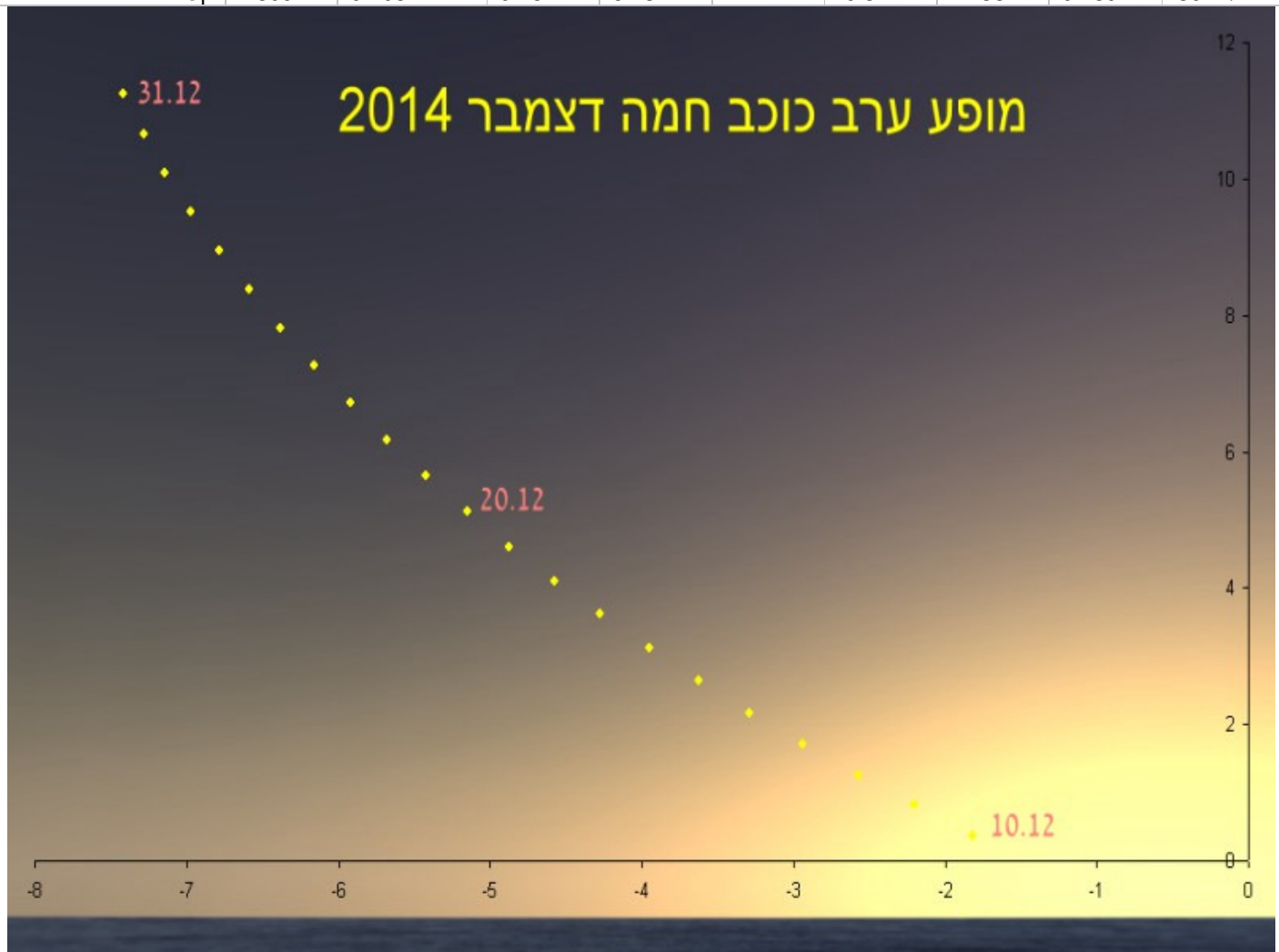
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

מרבית החודש מתקבץ עם השמש. ראו איורים גרפים של מופעי הבוקר של כוכב חמה באתר בדף: <http://education.org.il/education/mercury.htm>

תאריך 2014	זריחה	שקיעה	בהירות	אלונגציה	גודל זוויתי	מופע %	מרחק מהשמש (א.י.)	מרחק מכדור הארץ (א.י.)	מצוי בקבוצת הכוכבים
3 / 12	06:13	16:23	-1.1	3.1	4.66	99.7	0.4618	1.4431	עקרב
6 / 12	06:24	16:28	-1.1	1.6	4.64	99.9	0.4655	1.4497	נושא-נחש
9 / 12	06:35	16:34	-1.2	1.1	4.63	100	0.4667	1.4511	נושא-נחש
12 / 12	06:46	16:41	-1.1	2.4	4.64	99.8	0.4654	1.4474	נושא-נחש
15 / 12	06:56	16:48	-1	4	4.67	99.5	0.4616	1.4386	נושא-נחש
18 / 12	07:06	16:57	-0.9	5.6	4.72	98.9	0.4554	1.4245	קשת
21 / 12	07:15	17:06	-0.9	7.3	4.78	98	0.4468	1.4048	קשת
24 / 12	07:24	17:16	-0.8	9	4.87	96.8	0.4359	1.3794	קשת
27 / 12	07:32	17:26	-0.8	10.7	4.99	95.1	0.4229	1.3477	קשת
30 / 12	07:39	17:38	-0.8	12.4	5.13	92.8	0.4081	1.3094	קשת



מופע ערב של כוכב חמה, דצמבר 2014. הצירים הם ההפרש באזימוט ובהגבהה במעלות ביחס לשמש בעת שקיעתה

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA , GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skysshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן, טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נוגה

כוכב ערב. נראה מעל האופק הדרום מערבי לאחר השקיעה. ראו איורים גרפיים של מופעי נוגה באתר בדף: <http://education.org.il/education/venus.htm>

מצוי בקבוצת הכוכבים	מרחק מכדור הארץ (א.י.)	מרחק מהשמש (א.י.)	מופע %	גודל זוויתי	אלונגציה	בהירות	שקיעה	זריחה	תאריך 2014
נושא-נחש	1.6804	0.7272	98.7	9.88	9.6	-3.9	17:13	07:12	3 / 12
נושא-נחש	1.6751	0.7274	98.5	9.91	10.3	-3.9	17:17	07:17	6 / 12
קשת	1.6694	0.7276	98.3	9.94	11.1	-3.9	17:21	07:23	9 / 12
קשת	1.6634	0.7278	98.1	9.98	11.8	-3.9	17:25	07:28	12 / 12
קשת	1.6571	0.7279	97.8	10.02	12.5	-3.9	17:30	07:32	15 / 12
קשת	1.6505	0.7281	97.6	10.06	13.2	-3.9	17:35	07:37	18 / 12
קשת	1.6435	0.7281	97.3	10.10	13.9	-3.9	17:40	07:41	21 / 12
קשת	1.6362	0.7282	97	10.15	14.6	-3.9	17:46	07:44	24 / 12
קשת	1.6285	0.7282	96.7	10.19	15.3	-3.9	17:52	07:47	27 / 12
קשת	1.6206	0.7282	96.4	10.24	16.1	-3.9	17:58	07:50	30 / 12

מאדים

כוכב ערב. נראה במערב לאחר השקיעה

מצוי בקבוצת הכוכבים	מרחק מכדור הארץ (א.י.)	מרחק מהשמש (א.י.)	מופע %	גודל זוויתי	אלונגציה	בהירות	שקיעה	זריחה	תאריך 2014
קשת	1.8316	1.382	92.4	5.11	48	1	20:05	09:54	2 / 12
גדי	1.8546	1.3814	92.7	5.05	46.8	1	20:04	09:48	7 / 12
גדי	1.8775	1.3812	93	4.99	45.6	1	20:03	09:41	12 / 12
גדי	1.9005	1.3814	93.3	4.93	44.4	1.1	20:02	09:35	17 / 12
גדי	1.9235	1.3819	93.7	4.87	43.2	1.1	20:01	09:28	22 / 12
גדי	1.9464	1.3827	94	4.81	42	1.1	20:01	09:20	27 / 12

צדק

נראה מרבית שעות הערב.

מצוי בקבוצת הכוכבים	מרחק מכדור הארץ (א.י.)	מרחק מהשמש (א.י.)	מופע %	גודל זוויתי	אלונגציה	בהירות	שקיעה	זריחה	תאריך 2014
אריה	4.922	5.3113	99.2	40.00	108.1	-2.3	11:16	21:53	3 / 12
אריה	4.82	5.3136	99.3	40.85	115.1	-2.3	10:48	21:25	10 / 12
אריה	4.7238	5.3158	99.4	41.68	122.3	-2.4	10:20	20:57	17 / 12
אריה	4.6351	5.3181	99.5	42.48	129.7	-2.4	09:52	20:28	24 / 12
אריה	4.5557	5.3203	99.6	43.22	137.3	-2.4	09:23	19:58	31 / 12

שבתאי

כוכב בוקר

מצוי בקבוצת הכוכבים	מרחק מכדור הארץ (א.י.)	מרחק מהשמש (א.י.)	מופע %	גודל זוויתי	אלונגציה	בהירות	שקיעה	זריחה	תאריך 2014
מאזניים	10.907	9.949	100	15.17	13.1	0.5	15:55	05:20	3 / 12
מאזניים	10.874	9.95	100	15.22	19.4	0.5	15:31	04:56	10 / 12
מאזניים	10.829	9.952	100	15.28	25.7	0.5	15:06	04:33	17 / 12
מאזניים	10.773	9.953	99.9	15.36	32	0.5	14:41	04:08	24 / 12
מאזניים	10.706	9.954	99.9	15.45	38.4	0.5	14:16	03:44	31 / 12

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

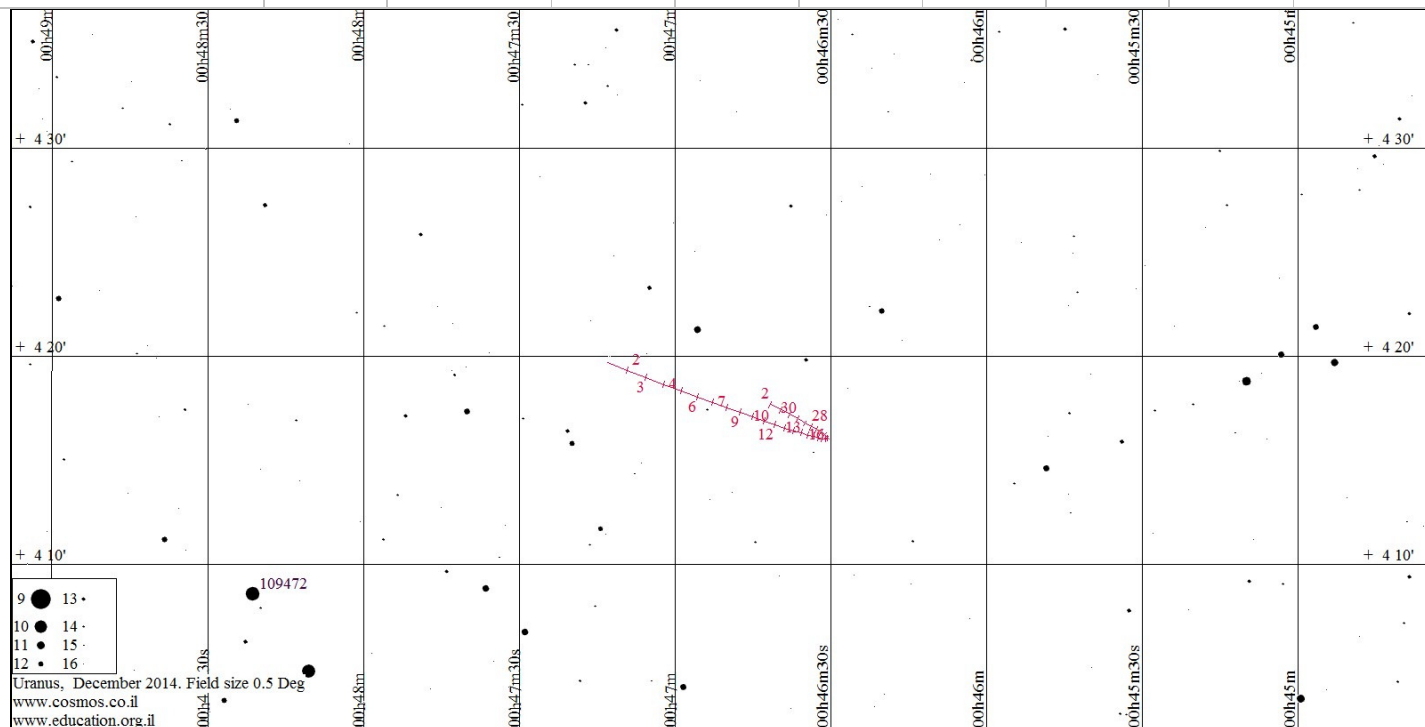
Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

אורנוס

בתחילת הערב מצוי מדרום לזניט. ראו מפה מפורטת בתחילת היומן

תאריך 2014	זריחה	שקיעה	בהירות	אלונגציה	גודל זוויתי	מופע %	מרחק מהשמש (א.י.)	מרחק מכדור הארץ (א.י.)	מצוי בקבוצת הכוכבים
7 / 12	13:13	01:42	5.8	118	3.59	100	20.009	19.528	דגים
17 / 12	12:33	01:03	5.8	107.7	3.56	99.9	20.008	19.686	דגים
27 / 12	11:54	00:23	5.8	97.5	3.53	99.9	20.007	19.854	דגים



אורנוס בחודש דצמבר. מיקומו מצויין במרווחים בני יום אחד. גודל השדה – מעלה וחצי. המספרים ליד הכוכבים הבהירים מציינים את בהירותם ראו מפה כללית של תנועת אורנוס במשך השנה בנספחים. בחודש דצמבר אורנוס עומד ועובר לתנועה קדומנית ממערב למזרח

נפטון

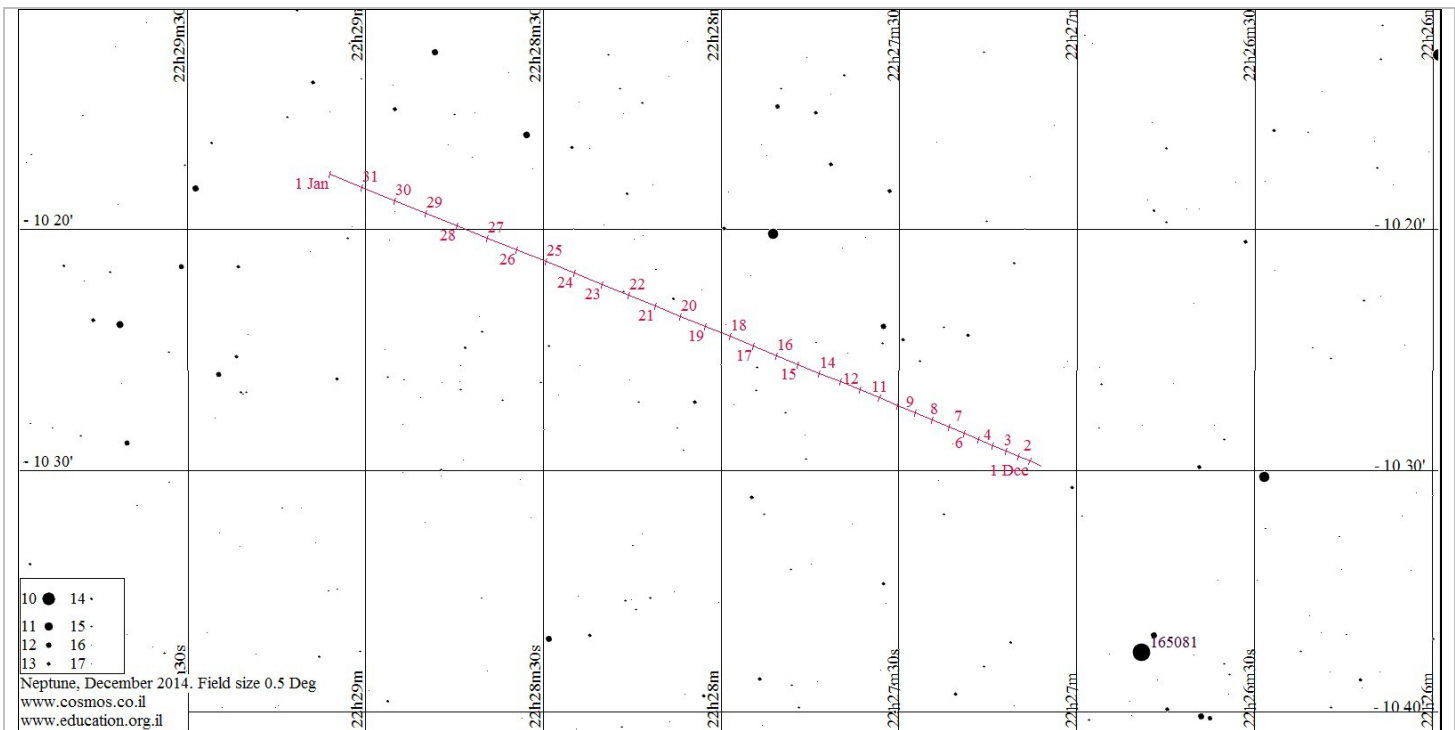
בתחילת הערב בדרום מערב. ראו מפה מפורטת בתחילת היומן

תאריך 2014	זריחה	שקיעה	בהירות	אלונגציה	גודל זוויתי	מופע %	מרחק מהשמש (א.י.)	מרחק מכדור הארץ (א.י.)	מצוי בקבוצת הכוכבים
7 / 12	11:31	22:45	7.9	80.2	2.22	100	29.97	30.121	דלי
17 / 12	10:51	22:06	7.9	70.2	2.21	100	29.969	30.288	דלי
27 / 12	10:12	21:28	7.9	60.2	2.20	100	29.969	30.445	דלי

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA , GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

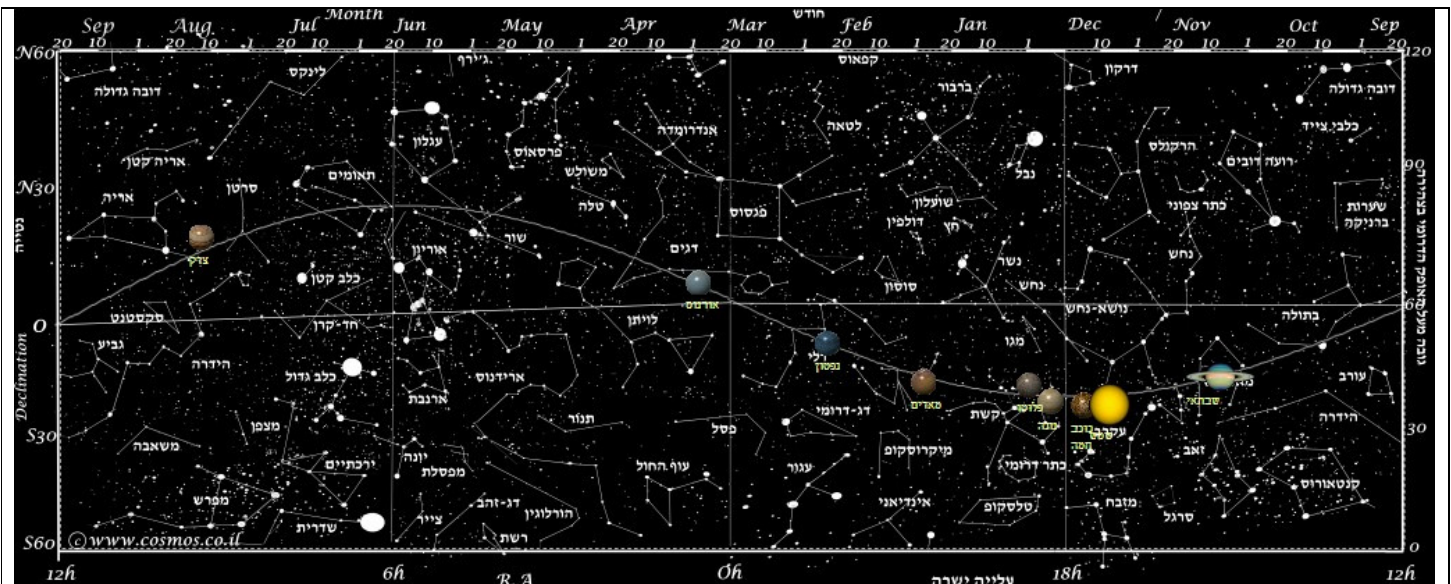


נפטון בחודש דצמבר. מיקומו מצוין במרווחים בני יום אחד. גודל השדה – חצי מעלה. המספרים ליד הכוכבים הבהירים מציינים את בהירותם ראו מפה כללית של תנועת נפטון במשך השנה בנספחים. בחודש דצמבר נפטון נע בתנועה קדומנית ממזרח למערב

פלוטו

מתקבץ עם השמש במחצית החודש. ראו מפה מפורטת בתחילת היומן

תאריך 2014	זריחה	שקיעה	בהירות	אלונגציה	גודל זוויתי	מופע %	מרחק מהשמש (א.י.)	מרחק הארץ (א.י.)	מצוי בקבוצת הכוכבים
12 / 12	7:16	17:35	14.4	22.8	0.12	100	32.778	33.683	קשת
27 / 12	6:17	16:36	14.4	8.2	0.12	100	32.787	33.76	קשת

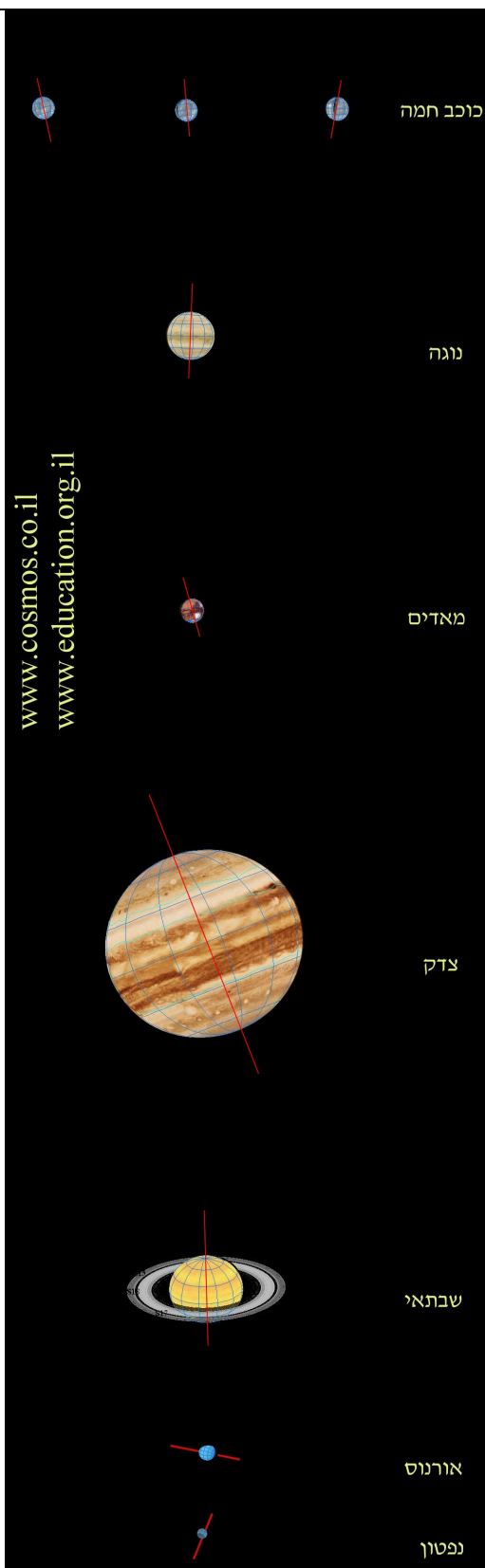


מפת כוכב הלכת ביחס למישור המילקה, לקבוצות הכוכבים וביחס לשמש, נכון למחצית חודש דצמבר 2014. השמש מצויה דרומית מעט מערבית לנקודת היפוך החורף, הנקודה הדרומית ביותר במסלולה, בה היום יהיה הקמר ביותר. מרבית כוכבי הלכת קרובים לשמש, צדק לקראת ניגוד, שבתאי כוכב בוקר ונוגה, מאדים, אורנוס ונפטון כוכבי ערב

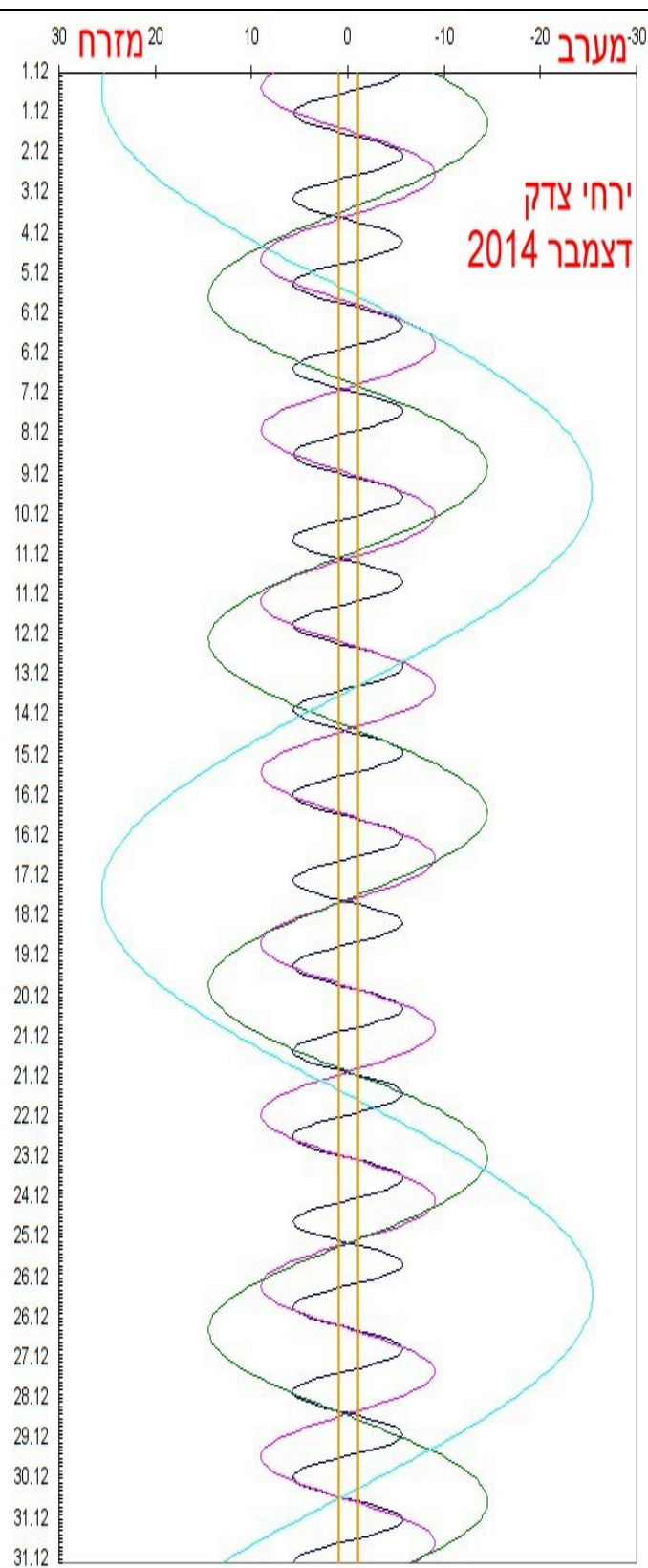
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



השוואה בין הגדלים הזוויתיים של כוכבי הלכת במהלך חודש דצמבר, 2014. כל הגדלים מוצגים עבור מחצית החודש, למעט כוכב חמה - בתחילת החודש, מחציתו ובסופו. הקו האדום מציין את ציר סיבוב כוכב הלכת ביחס לצפון כיפת השמים (למעלה). כמו כן, נראים מופעי כוכבי הלכת עד צדק.



מצב ירחי צדק ביחס לצדק. הציר האופקי מבטא מרחק ברדיוס צדק. שני הקווים האנכיים במרכז מציינים את דיסקת צדק. הירחים, מקרוב לרחוק, הם - איו (לבן), אירופה (ורוד), גנימד (צהוב) וקליסטו (אדום). מעבר ממזרח למערב הוא על פני הדיסקה ואילו ממערב למזרח מאחוריה.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה - מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta - SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה - רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יומן השמים דצמבר 2014 - כרונולוגי

יומן השמים דצמבר 2014						
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצינו בכחול						
שעה	תופעה	הסבר	דרגת קושי			
1 / 12	הכוכב המשתנה U Ori	במינימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרלי	משקפת / טלסקופ	12	M6E-M9.5E	21
1 / 12	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות		עין/משקפת			18 : 21
2 / 12	הכוכב המשתנה S Vir	במינימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרלי	משקפת / טלסקופ	12.7	M6E-M9.5E	2
2 / 12	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של אירופה על פני צדק		טלסקופ			0 : 55
2 / 12	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו		טלסקופ			2 : 47
2 / 12	אורנוס 0.6 מעלות דרומית לירח		משקפת			3 : 2
2 / 12	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של אירופה על פני צדק		טלסקופ			3 : 22
2 / 12	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של אירופה על פני צדק		טלסקופ			3 : 49
2 / 12	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק		טלסקופ			4 : 25
2 / 12	הירח בקשר היורד של מסלולו		טלסקופ			5 : 0
2 / 12	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק		טלסקופ			5 : 37
2 / 12	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של אירופה על פני צדק		טלסקופ			6 : 17
2 / 12	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו		טלסקופ			22 : 38
3 / 12	אירופה מכסה באופן חלקי את גנימד. משך התופעה (בשניות) - 402		טלסקופ			1 : 29.4
3 / 12	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו		טלסקופ			1 : 36
3 / 12	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של איו בצדק		טלסקופ			5 : 6
3 / 12	האסטרואיד 2012 FV35 מרחקו (בי.א.) = 23.86335 (מיליוני ק"מ)	מרחקו (מיליוני ק"מ) 0.159089	טלסקופ / צילום			9 : 55.0
3 / 12	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של גנימד בצדק		טלסקופ			21 : 55
3 / 12	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק		טלסקופ			22 : 53
3 / 12	איו מכסה באופן חלקי את גנימד. משך התופעה (בשניות) - 294		טלסקופ			23 : 14.1
3 / 12	האסטרואיד 1998 XX2 מרחקו (בי.א.) = 29.43525 (מיליוני ק"מ)	מרחקו (מיליוני ק"מ) 0.196235	טלסקופ / צילום			24 : 4.0
4 / 12	איו מכסה באופן חלקי את אירופה. משך התופעה (בשניות) - 209		טלסקופ			0 : 29.5
4 / 12	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק		טלסקופ			0 : 4
4 / 12	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק		טלסקופ			1 : 10
4 / 12	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של אירופה בצדק		משקפת / טלסקופ			1 : 0
4 / 12	מאדים 14' צפונית לצביר הכדורי M75		טלסקופ			2 : 1
4 / 12	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק		טלסקופ			2 : 21
4 / 12	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו		טלסקופ			4 : 25
4 / 12	כוכב-חמה 3.9 מעלות צפונית לאנטרס (אלפא בקבוצת עקרב)	קרוב מדי לשמש לתצפית	עין/משקפת			11 : 0
4 / 12	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות		עין/משקפת			18 : 7
4 / 12	ליקוי צל חלקי של איו על ידי קליסטו. משך התופעה (בשניות) - 143		טלסקופ			22 : 40.0
4 / 12	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של קליסטו על פני צדק		טלסקופ			23 : 15
4 / 12	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של איו בצדק		טלסקופ			23 : 34
5 / 12	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו		טלסקופ			0 : 16
5 / 12	קליסטו חולף במרחק של 2.89 שניות קשת מאיו		טלסקופ			3 : 19.2
5 / 12	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של קליסטו על פני צדק		טלסקופ			4 : 5
5 / 12	האסטרואיד 2010 TK7 מרחקו (בי.א.) = 29.5644 (מיליוני ק"מ)	מרחקו (מיליוני ק"מ) 0.197096	טלסקופ / צילום			21 : 55.0
5 / 12	הירח היפריון במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת): 14.8	בהירותו 191	טלסקופ			22 : 0.0
6 / 12	תחילת התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 3.8	DELTA 1 TAU	טלסקופ			1 : 56.07
6 / 12	תחילת התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 4.8	DELTA 2 TAU	טלסקופ			2 : 30.33
6 / 12	קליסטו חולף במרחק של 1.36 שניות קשת מאירופה		טלסקופ			4 : 44.7
6 / 12	אלדברן (אלפא בקבוצת שור) 0.9 מעלות דרומית לירח		עין/משקפת			8 : 4
6 / 12	ירח מלא		טלסקופ			16 : 27
7 / 12	גנימד מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) - 457		טלסקופ			0 : 14.9

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יומן השמים דצמבר 2014			
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצוינו בכחול			
שעה	תופעה	הסבר	דרגת קושי
7 / 12	1 : 55	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
7 / 12	1 : 10	נוגה בשוליו הדרומיים של הצביר הכדורי NGC6401	משקפת / טלסקופ
7 / 12	3 : 27	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של גנימד על פני צדק	טלסקופ
7 / 12	8 : 0	הירח טיטאן במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת): 167 בהירותו 8.9	טלסקופ
7 / 12	14 : 56	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	עין/משקפת
7 / 12	21 : 46	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
8 / 12	1 : 40.85	סוף התכסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.4	טלסקופ
8 / 12	3 : 0	הירח בנטייה צפונית מירבית. נטייתו (במעלות) 18.19	טלסקופ
8 / 12	3 : 58	כוכב-חמה בהתקבצות עליונה. חולף 1.0 מעלות דרומית לשמש	טלסקופ
8 / 12	4 : 31.42	סוף התכסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.6	טלסקופ
8 / 12	6 : 33.0	האסטרואיד 2008 WJ60 מרחקו (בי.א.) = 0.163785 מרחקו (מיליוני ק"מ) 24.56775	טלסקופ / צילום
8 / 12	17 : 0	כוכב חמה מתחיל להיראות ככוכב ערב	טלסקופ
8 / 12	22 : 0.8	אירופה חולף במרחק של 1.11 שניות קשת מאיו	טלסקופ
8 / 12	22 : 55	כוכב חמה באפחליון	טלסקופ
9 / 12	:	שיא מטר מטאורים מונקראידים 27/11-17/12 קז"ש 2	עין
9 / 12	3 : 33	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
9 / 12	3 : 31	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של אירופה על פני צדק	טלסקופ
9 / 12	5 : 51	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של אירופה על פני צדק	טלסקופ
9 / 12	6 : 18	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
9 / 12	6 : 25	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של אירופה על פני צדק	טלסקופ
9 / 12	8 :	צדק עומד	טלסקופ
9 / 12	16 : 0	הירח קליסטו במרחק זוויתי מירבי מערבית לצדק. מרחקו (שניות קשת): 552 בהירותו 6.5	טלסקופ
9 / 12	23 : 42	אסטרואיד קרס בהתקבצות עליונה, חולף 23' צפונית לשמש	טלסקופ
9 / 12	23 : 24	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
10 / 12	0 : 42.8	ליקוי חלקי של גנימד על ידי אירופה. משך התופעה (בשניות) - 695	טלסקופ
10 / 12	3 : 29	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו	טלסקופ
10 / 12	5 : 12.1	אירופה חולף במרחק של 1.26 שניות קשת מגנימד	טלסקופ
10 / 12	6 : 0	אסטרואיד קרס כוכב בוקר	טלסקופ
10 / 12	6 :	צדק עובר לתנועה אחורנית	טלסקופ
10 / 12	11 : 45	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	עין/משקפת
10 / 12	19 : 20	אסטרואיד פאלאס בנטייה דרומית מירבית (+2.5)	טלסקופ
10 / 12	21 : 58	תופעות ירחי צדק - התחלת התכסות של גנימד בצדק	טלסקופ
10 / 12	22 : 21	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של אירופה	טלסקופ
11 / 12		הכוכב המשתנה S CMi במינימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי M6E-M8E 12.6	טלסקופ
11 / 12	0 : 46	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
11 / 12	1 : 47.7	איו מכסה באופן חלקי את גנימד. משך התופעה (בשניות) - 260	טלסקופ
11 / 12	1 : 53	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
11 / 12	1 : 38	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של גנימד בצדק	טלסקופ
11 / 12	2 : 34.9	איו מכסה באופן מלא את אירופה. משך התופעה (בשניות) - 211	טלסקופ
11 / 12	3 : 3	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
11 / 12	3 : 26	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של אירופה בצדק	טלסקופ
11 / 12	4 : 32.55	סוף התכסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.7	טלסקופ
11 / 12	4 : 10	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
11 / 12	8 : 43.0	האסטרואיד 2012 LA11 מרחקו (בי.א.) = 0.057617 מרחקו (מיליוני ק"מ) 8.64255	טלסקופ / צילום
11 / 12	13 :	נוגה נכנס לתחומי ערפילית הלוגנה M8 עד שעות הערב	טלסקופ
11 / 12	21 : 58	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו	טלסקופ

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יומן השמים דצמבר 2014				שעה	תופעה	הסבר	דרגת קושי
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצוינו בכחול							
12 / 12		הכוכב המשתנה R Gem	במקסימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי S2,9E-S8,9E	7.1	מאדים בפריהליון. מרחקו מהשמש 1.38121 יחידות אסטרונומיות	מאדים בפריהליון. מרחקו מהשמש 1.38121 יחידות אסטרונומיות	משקפת / טלסקופ
12 / 12	:	הידרידים	שיא מטר מטאורים אלפא	3-15/12	קז"ש 3	מאדים בפריהליון. מרחקו מהשמש 1.38121 יחידות אסטרונומיות	עין
12 / 12	1 : 2	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
12 / 12	1 : 6	צדק 4.9 מעלות דרומית לירח	צדק 4.9 מעלות דרומית לירח			צדק 4.9 מעלות דרומית לירח	עין/משקפת
12 / 12	1 : 24	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של איו על פני צדק	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של איו על פני צדק			תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של איו על פני צדק	טלסקופ
12 / 12	4 : 0	הירח יפוטס במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):	הירח יפוטס במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):	483	בהירותו 10.9	הירח יפוטס במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):	טלסקופ
12 / 12	13 : 54.0	מאדים בפריהליון. מרחקו מהשמש 1.38121 יחידות אסטרונומיות	מאדים בפריהליון. מרחקו מהשמש 1.38121 יחידות אסטרונומיות			מאדים בפריהליון. מרחקו מהשמש 1.38121 יחידות אסטרונומיות	עין/משקפת
12 / 12	17 : 53	רגולוס (אלפא בקבוצת אריה) 4.7 מעלות דרומית לירח	רגולוס (אלפא בקבוצת אריה) 4.7 מעלות דרומית לירח			רגולוס (אלפא בקבוצת אריה) 4.7 מעלות דרומית לירח	עין/משקפת
12 / 12	20 : 53	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
12 / 12	21 : 32	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק			תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
12 / 12	22 : 38	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק			תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
12 / 12	22 : 0	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של אירופה על פני צדק	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של אירופה על פני צדק			תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של אירופה על פני צדק	טלסקופ
13 / 12	0 : 39.6	ליקוי צל חלקי של קליסטו על ידי איו. משך התופעה (בשניות) -	ליקוי צל חלקי של קליסטו על ידי איו. משך התופעה (בשניות) -	428		ליקוי צל חלקי של קליסטו על ידי איו. משך התופעה (בשניות) -	טלסקופ
13 / 12	1 : 45.7	אירופה מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) -	אירופה מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) -	4305		אירופה מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) -	טלסקופ
13 / 12	3 : 50.1	אירופה מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) -	אירופה מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) -	4171		אירופה מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) -	טלסקופ
13 / 12	3 : 2	הירח באפניאה. מרחקו מכדור הארץ (קילומטר) -	הירח באפניאה. מרחקו מכדור הארץ (קילומטר) -	404584		הירח באפניאה. מרחקו מכדור הארץ (קילומטר) -	טלסקופ
13 / 12	8 : 34	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות			הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	עין/משקפת
13 / 12	22 : 9	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של קליסטו בצדק	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של קליסטו בצדק			תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של קליסטו בצדק	טלסקופ
14 / 12		הכוכב המשתנה R Aql	במקסימום בהירות. בהירותו וסיווגו הספקטרי M5E-M9E	6.1		הכוכב המשתנה R Aql	משקפת / טלסקופ
14 / 12	:	נוגה בנטייה דרומית מירבית -24.2 מעלות	נוגה בנטייה דרומית מירבית -24.2 מעלות			נוגה בנטייה דרומית מירבית -24.2 מעלות	טלסקופ
14 / 12	2 : 40	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
14 / 12	3 : 11.1	גנימד מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) -	גנימד מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) -	525		גנימד מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) -	טלסקופ
14 / 12	14 : 0	שיא מטר מטאורים גמינידים	שיא מטר מטאורים גמינידים	7-17/12	קז"ש 120	שיא מטר מטאורים גמינידים	עין
14 / 12	16 : 51	רבע אחרון של הירח	רבע אחרון של הירח			רבע אחרון של הירח	טלסקופ
14 / 12	21 : 0	אסטרואיד יונו עומד	אסטרואיד יונו עומד			אסטרואיד יונו עומד	טלסקופ
14 / 12	22 : 0	אסטרואיד יונו עובר לתנועה אחורנית	אסטרואיד יונו עובר לתנועה אחורנית			אסטרואיד יונו עובר לתנועה אחורנית	טלסקופ
14 / 12	22 : 32	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
14 / 12	23 : 27.7	גנימד מכסה באופן מלא את איו. משך התופעה (בשניות) -	גנימד מכסה באופן מלא את איו. משך התופעה (בשניות) -	3278		גנימד מכסה באופן מלא את איו. משך התופעה (בשניות) -	טלסקופ
15 / 12	10 : 0	הירח טיטאן במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):	הירח טיטאן במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):	159	בהירותו 8.9	הירח טיטאן במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):	טלסקופ
16 / 12	:	שיא מטר מטאורים קומה ברניקידים	שיא מטר מטאורים קומה ברניקידים	12-23/12	קז"ש 3	שיא מטר מטאורים קומה ברניקידים	עין
16 / 12	0 : 31.5	אירופה חולף במרחק של 1.12 שניות קשת מאיו	אירופה חולף במרחק של 1.12 שניות קשת מאיו			אירופה חולף במרחק של 1.12 שניות קשת מאיו	טלסקופ
16 / 12	4 : 18	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
16 / 12	5 : 23	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות			הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	עין/משקפת
16 / 12	6 : 7	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של אירופה על פני צדק	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של אירופה על פני צדק			תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של אירופה על פני צדק	טלסקופ
16 / 12	9 : 17	נוגה 1.0 מעלות דרומית לאסטרואיד ווסטה	נוגה 1.0 מעלות דרומית לאסטרואיד ווסטה			נוגה 1.0 מעלות דרומית לאסטרואיד ווסטה	עין/משקפת
16 / 12	16 : 9.0	האסטרואיד 2005 XV77	האסטרואיד 2005 XV77			האסטרואיד 2005 XV77	טלסקופ / צילום
16 / 12	20 : 40	הירח בקשר העולה של מסלולו	הירח בקשר העולה של מסלולו			הירח בקשר העולה של מסלולו	טלסקופ
17 / 12	0 : 10	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
17 / 12	2 : 0.0	הירח היפריון במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):	הירח היפריון במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):	202	בהירותו 14.8	הירח היפריון במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת):	טלסקופ
17 / 12	4 : 32.2	ליקוי חלקי של גלנימד על ידי אירופה. משך התופעה (בשניות) -	ליקוי חלקי של גלנימד על ידי אירופה. משך התופעה (בשניות) -	958		ליקוי חלקי של גלנימד על ידי אירופה. משך התופעה (בשניות) -	טלסקופ
17 / 12	4 : 22	ספיקה (אלפא בקבוצת בתולה) 2.0 מעלות דרומית לירח	ספיקה (אלפא בקבוצת בתולה) 2.0 מעלות דרומית לירח			ספיקה (אלפא בקבוצת בתולה) 2.0 מעלות דרומית לירח	עין/משקפת
17 / 12	5 : 23	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו			תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו	טלסקופ
17 / 12	13 :	נוגה בשוליו הדרומיים של הצביר הכדורי M22	נוגה בשוליו הדרומיים של הצביר הכדורי M22			נוגה בשוליו הדרומיים של הצביר הכדורי M22	טלסקופ
17 / 12	20 : 1	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
17 / 12	21 : 21	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של גנימד	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של גנימד			תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של גנימד	טלסקופ
18 / 12	0 : 54	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של אירופה	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של אירופה			תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של אירופה	טלסקופ

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יומן השמים דצמבר 2014			
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצוינו בכחול			
שעה	תופעה	הסבר	דרגת קושי
18 / 12	1 : 36	תופעות ירחי צדק - התחלת התכסות של גנימד בצדק	טלסקופ
18 / 12	1 : 0	תופעות ירחי צדק - סוף ליקוי של גנימד	טלסקופ
18 / 12	2 : 0	הירח קליסטו במרחק זוויתי מירבי מזרחית לצדק. מרחקו (שניות קשת): 570 בהירותו 6.4	טלסקופ
18 / 12	2 : 39	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
18 / 12	3 : 42	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
18 / 12	4 : 38.7	איו מכסה באופן חלקי את אירופה. משך התופעה (בשניות) - 209	טלסקופ
18 / 12	4 : 18.3	איו מכסה באופן חלקי את גנימד. משך התופעה (בשניות) - 223	טלסקופ
18 / 12	4 : 56	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
18 / 12	5 : 49	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של אירופה בצדק	טלסקופ
18 / 12	5 : 16	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של גנימד בצדק	טלסקופ
18 / 12	5 : 59	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
18 / 12	20 : 30.8	אירופה מכסה באופן חלקי את גנימד. משך התופעה (בשניות) - 1937	טלסקופ
18 / 12	23 : 52	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו	טלסקופ
19 / 12	1 : 48	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
19 / 12	2 : 12	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	עין/משקפת
19 / 12	3 : 12	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של איו בצדק	טלסקופ
19 / 12	6 : 30	כוכב חמה בנטייה דרומית מירבית (-25.5 מעלות), בקבוצת קשת	טלסקופ
19 / 12	21 : 39	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
19 / 12	21 : 8	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
19 / 12	21 : 30	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של אירופה על פני צדק	טלסקופ
19 / 12	22 : 23	שבטאי 1.3 מעלות דרומית לירח (מתחת לאופק)	עין/משקפת
19 / 12	22 : 8	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
19 / 12	22 : 19	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של אירופה על פני צדק	טלסקופ
19 / 12	23 : 25	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
20 / 12	:	שיא מטר מטאורים לאו מינורידים 5/12-4/2 קז"ש 5	עין
20 / 12	0 : 28.5	אירופה מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) - 1042	טלסקופ
20 / 12	0 : 25	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
20 / 12	0 : 25	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של אירופה על פני צדק	טלסקופ
20 / 12	13 : 31.0	האסטרואיד 2008 WM64 מרחקו (בי.א.) = 0.159537 מרחקו (מיליוני ק"מ) 23.93055	טלסקופ / צילום
20 / 12	21 : 44	נוגה 3.2 מעלות דרומית לפלוטו	עין/משקפת
20 / 12	21 : 39	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של איו בצדק	טלסקופ
21 / 12	3 : 26	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
21 / 12	5 : 22.5	ליקוי טבעתי של איו על ידי קליסטו. משך התופעה (בשניות) - 1113	טלסקופ
21 / 12	12 : 0	הירח בנטייה דרומית מירבית. נטייתו (במעלות) -18.7	טלסקופ
21 / 12	13 : 30	אסטרואיד וסטה בקשר היורד של מסלולו	טלסקופ
21 / 12	22 : 4	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של קליסטו על פני צדק	טלסקופ
21 / 12	23 : 1	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	עין/משקפת
21 / 12	23 : 17	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
22 / 12	1 : 4	היפוך החורף	משקפת
22 / 12	2 : 30	אורנוס עומד	טלסקופ
22 / 12	2 : 32	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של קליסטו על פני צדק	טלסקופ
22 / 12	4 : 12.5	גנימד מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) - 835	טלסקופ
22 / 12	5 : 36	מולד הירח	טלסקופ
22 / 12	17 : 38	כוכב-חמה 6.7 מעלות דרומית לירח	עין/משקפת
22 / 12	22 : 0	שיא מטר מטאורים אורסידיים	עין
23 / 12	0 : 47	פלוטו 2.8 מעלות דרומית לירח	עין

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

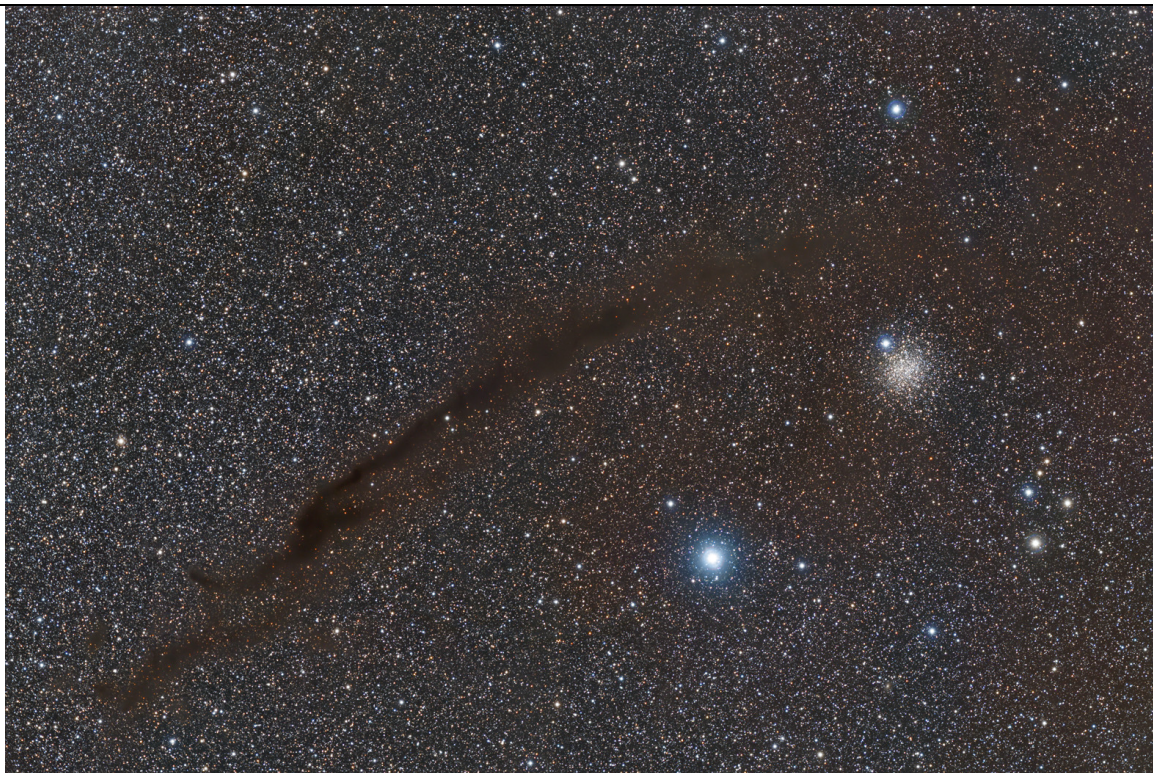
יומן השמים דצמבר 2014			
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצוינו בכחול			
שעה	תופעה	הסבר	דרגת קושי
23 / 12	3 : 0	אורנוס עובר לתנועה קדומנית	משקפת
23 / 12	3 : 9.8	אירופה חולף במרחק של 1.15 שניות קשת מאיו	טלסקופ
23 / 12	5 : 7	נוגה 5.7 מעלות דרומית לירח	טלסקופ
23 / 12	10 : 0	הירח טיטאן במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת): 169 בהירותו 8.9	טלסקופ
23 / 12	11 : 7.0	האסטרואיד 2012 YK מרחקו (בי.א.) = מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. מרחקו (מיליוני ק"מ) 6.6975	טלסקופ / צילום
23 / 12	21 : 7.2	אירופה מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) - 956	טלסקופ
23 / 12	21 : 40	אסטרואיד קרס בקשר היורד של מסלולו	משקפת / טלסקופ
24 / 12		הכוכב המשתנה S Her במקסימום בהירותו. בהירותו וסיווגו הספקטרלי M2E-M8.8E 7.6	טלסקופ
24 / 12	0 : 55	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
24 / 12	19 : 50	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	עין/משקפת
24 / 12	20 : 43	הירח בפריגיא. מרחקו מכדור הארץ (קילומטר) - 364795.6	טלסקופ
24 / 12	20 : 46	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
25 / 12		הכוכב המשתנה R Aur במינימום בהירותו. בהירותו וסיווגו הספקטרלי M6.5E-M9E 13.3	טלסקופ
25 / 12	1 : 20	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של גנימד	טלסקופ
25 / 12	3 : 27	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של אירופה	טלסקופ
25 / 12	4 : 32	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
25 / 12	5 : 47.6	אירופה מכסה באופן חלקי את גנימד. משך התופעה (בשניות) - 1775	טלסקופ
25 / 12	5 : 11	תופעות ירחי צדק - התחלת התכסות של גנימד בצדק	טלסקופ
25 / 12	5 : 29	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
25 / 12	5 : 0	תופעות ירחי צדק - סוף ליקוי של גנימד	טלסקופ
25 / 12	6 : 49	מאדים 5.0 מעלות דרומית לירח	עין/משקפת
25 / 12	7 : 43	כוכב-חמה 4.3 מעלות דרומית לפלוטו	עין/משקפת
26 / 12	1 : 6.3	אירופה מכסה באופן חלקי את גנימד. משך התופעה (בשניות) - 1236	טלסקופ
26 / 12	1 : 45	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של איו	טלסקופ
26 / 12	2 : 33	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
26 / 12	5 : 0	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של איו בצדק	טלסקופ
26 / 12	8 : 0	הירח קליסטו במרחק זוויתי מירבי מערבית לצדק. מרחקו (שניות קשת): 578 בהירותו 6.3	טלסקופ
26 / 12	14 : 23	נפטון 3.4 מעלות דרומית לירח	משקפת / טלסקופ
26 / 12	18 : 33.0	האסטרואיד 2008 UR מרחקו (בי.א.) = מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. מרחקו (מיליוני ק"מ) 11.826	טלסקופ / צילום
26 / 12	19 : 23.63	תחילת התכסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6.2	טלסקופ
26 / 12	22 : 24	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
26 / 12	22 : 1	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של אירופה על פני צדק	טלסקופ
26 / 12	23 : 53	התחלת מעבר של אירופה על פני צדק	טלסקופ
26 / 12	23 : 1	תופעות ירחי צדק - התחלת הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
26 / 12	23 : 55	תופעות ירחי צדק - התחלת מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
27 / 12	0 : 3.1	אירופה חולף במרחק של 1.06 שניות קשת מאיו	טלסקופ
27 / 12	0 : 56	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של אירופה על פני צדק	טלסקופ
27 / 12	1 : 18	תופעות ירחי צדק - סוף הטלת צל של איו על פני צדק	טלסקופ
27 / 12	2 : 12	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק	טלסקופ
27 / 12	2 : 48	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של אירופה על פני צדק	טלסקופ
27 / 12	6 : 0.0	הירח היפריון במרחק זוויתי מירבי מערבית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת): 195 בהירותו 14.8	טלסקופ
27 / 12	6 : 51	נוגה באפהליון	עין/משקפת
27 / 12	16 : 40	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות	טלסקופ
27 / 12	23 : 27	תופעות ירחי צדק - סוף התכסות של איו בצדק	טלסקופ
28 / 12	4 : 11	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו	טלסקופ
28 / 12	19 : 41.3	איו מכסה באופן חלקי את אירופה. משך התופעה (בשניות) - 207	טלסקופ

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יומן השמים דצמבר 2014						
תופעות בולטות ובעלות עניין מיוחד יצוינו בכחול						
שעה	תופעה	הסבר			דרגת קושי	
28 / 12	15.6 : 20	גנימד מכסה באופן מלא את אירופה. משך התופעה (בשניות) - 325			טלסקופ	
28 / 12	20 : 39	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של איו על פני צדק			טלסקופ	
28 / 12	18.6 : 21	ליקוי צל חלקי של איו על ידי גנימד. משך התופעה (בשניות) - 678			טלסקופ	
28 / 12	20 : 21	תופעות ירחי צדק - סוף התכנסות של אירופה בצדק			טלסקופ	
28 / 12	22 : 31	רבע ראשון של הירח			טלסקופ	
28 / 12	22 : 31	תופעות ירחי צדק - סוף מעבר של גנימד על פני צדק			טלסקופ	
29 / 12	0 : 2	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			טלסקופ	
29 / 12	3 : 58.4	ליקוי צל חלקי של איו על ידי גנימד. משך התופעה (בשניות) - 392			טלסקופ	
29 / 12	4 : 0	הירח בקשר היורד של מסלולו			טלסקופ	
29 / 12	6 : 0.0	אורנוס 0.9 מעלות דרומית לירח			משקפת	
29 / 12	19 : 48.85	תחילת התכנסות כוכב בירח. בהירות הכוכב 6 PSC 88 מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. מרחקו (בי.א.) = 0.183897			טלסקופ / צילום	27.58455
29 / 12	24 : 4.0	האסטרואיד 2011 CP4			טלסקופ	
30 / 12	0 : 47	תופעות ירחי צדק - התחלת ליקוי של קליסטו			טלסקופ	
30 / 12	5 : 40	תופעות ירחי צדק - סוף ליקוי של קליסטו			טלסקופ / צילום	15.23685
30 / 12	8 : 14.0	האסטרואיד 2012 UV136 מצוי בקרבה מירבית לכדור הארץ. מרחקו (בי.א.) = 0.101579			טלסקופ / צילום	15.23685
30 / 12	13 : 29	הכוכב המשתנה אלגול (ביתא פרסאוס) במינימום בהירות			עין/משקפת	
30 / 12	21 : 30.2	ליקוי חלקי של איו על ידי אירופה. משך התופעה (בשניות) - 872			טלסקופ	
30 / 12	23 : 43.9	אירופה מכסה באופן חלקי את איו. משך התופעה (בשניות) - 711			טלסקופ	
31 / 12	1 : 40	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			טלסקופ	
31 / 12	10 : 0	הירח טיטאן במרחק זוויתי מירבי מזרחית לשבתאי. מרחקו (שניות קשת) : 161 בהירותו 8.9			טלסקופ	
31 / 12	21 : 31	הכתם האדום של צדק פונה לעברנו			טלסקופ	



הצביר הכדורי NGC4372 ולשמאלו ערפילית כהה, המכילה חומר בינוכוכבי קר ודחוס. שכיות חמדה אלה מצויות בקבוצת זבוב, שאינה נראית לצופה מישראל. צילם – הראל בורן מנמיביה

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נספח א'

מצפי כוכבים ציבוריים בישראל

מצפה כוכבים ציבורי הוא מצפה כוכבים המוקם על ידי גוף ציבורי שלא על מנת לקבל רווח.

להלן רשימה של מצפי הכוכבים הציבוריים וכן מרכזי אסטרונומיה מצפון לדרום בהם טלסקופ בקוטר הגדול מ-12"

שם המצפה	ציוד עיקרי	הערות / כתובת / אתר
מרכז נהריה Youniversity (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 12 LX90ACF, טלסקופ שמש Coronado, כיפת Explora-dome	משמש את איזור נהריה, מבסגרת חוגי קדימה מדע
מכללת עמק הירדן ומעבדה ניידת פרחי מדע (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	טלסקופ Meade 16 LX200	כרגע אינו פעיל. ריכוז את פעילות פרחי מדע
מרכז על שם אילן רמון ירכא (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 14 LX200ACF, פלנטריום GOTO NEX טלסקופ שמש Coronado, כיפת Explora-dome	משמש את המגור הדרוזי-צ'רקסי, הוקם בסיוע משרד המדע
אורט מגדים – כרמיאל (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 16 SC מצלמת SBIG XT8 כיפת Ash-dome	משמש בעיקר את התלמידים בבית הספר
פלנטריום במרכז מדעים חווידע בכרמיאל (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	פלנטריום דיגיטלי Immersive adventure	הוקם על ידי פר"ח, מכון וויצמן למדע
מצפה כוכבים כפר משהד (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 12 LX200, פלנטריום GOTO NEX טלסקופ שמש Coronado, כיפת SkyShedPod	משמש בעיקר תלמידים מהסביבה ולעתים עושה אירועים ציבוריים
בי"ס אל-מוטראן – נצרת (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 12 LX200, פלנטריום GOTO NEX טלסקופ שמש Coronado, כיפת Ash-dome	משמש בעיקר את המערכת החינוך באיזור וכן לעתים אירועים ציבוריים
מצפה כוכבים בי"ס אל זיתון - כפר נחף (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 12 LX90ACF, פלנטריום GOTO NEX טלסקופ שמש Coronado, כיפת Explora-dome	משמש את תלמידי בית הספר וכן את הקהל הרחב יתחיל לפעול בשנת 2014
מרכז אסטרונומיה גלבוני (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	טלסקופים ניידים שונים, Meade LB12	משמש בעיקר תלמידים אך משתתף באירועי אסטרונומיה המוניים בשיתוף האגודה הישראלית לאסטרונומיה http://hagilboa.org.il/
מדע-טק חיפה המוזיאון הלאומי למדע טכנולוגיה וחלל	פלנטריום ניידים	מקיימים פעילויות שונות במוזיאון, לצד פעילויות בנושאים מדעיים אחרים. כמו כן קיימות מעבדה ניידת הכוללת פלנטריום נייד. בשלב זה אין ציוד תצפיתי 04-8614444 http://madatech.org.il/Pages/Index.aspx
טכנודע – גבעת אולגה (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 16 LX200, פלנטריום נייד GOTO NEX פלנטריום אופטי קבוע GOTO E-5 טלסקופ שמש Coronado, כיפת Ash-dome	קבוצות תלמידים ממערכת החינוך באיזור וכן הרצאות ופעילויות לקהל הרחב http://technoda.org.il
מכללת אל קסאמי- באקה אל גרבייה (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 14 LX200ACF, טלסקופ שמש Coronado, כיפת Explora-dome	משמש את תלמידי המכללה
מרכז על שם אילן רמון טייבה (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 14 LX200ACF, פלנטריום GOTO NEX טלסקופ שמש Coronado, כיפת Explora-dome	משמש את המגור הערבי במשולש, הוקם בסיוע משרד המדע
מצפה הכוכבים בגבעתיים האגודה הישראלית לאסטרונומיה	Meade 16 DOB, Meade 16 LX200, Meade 12 LX200, LB12, פלנטריום נייד GOTO NEX, טלסקופ שמש Coronado, כיפת Ash- מצלמת SBIG XT8ME CCD	משמש כמרכז האגודה הישראלית לאסטרונומיה. פעילות למערכת החינוך וכן פעילות לקהל הרחב – חוגים, הרצאות כנסים ואירועים ארגון תצפיות תחת שמי המדבר ותצפיות רחוב http://astronomy.org.il
מצפה כוכבים מכון ויצמן למדע (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 16 ACF, מצלמת SBIG XT8ME כיפת Ash-Dome ספקטרוסקופ	מכון דוידסון להכשרת מורים. משמש בעיקר את המערכת החינוך, טלסקופ רובוטי http://davidson.weizmann.ac.il

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

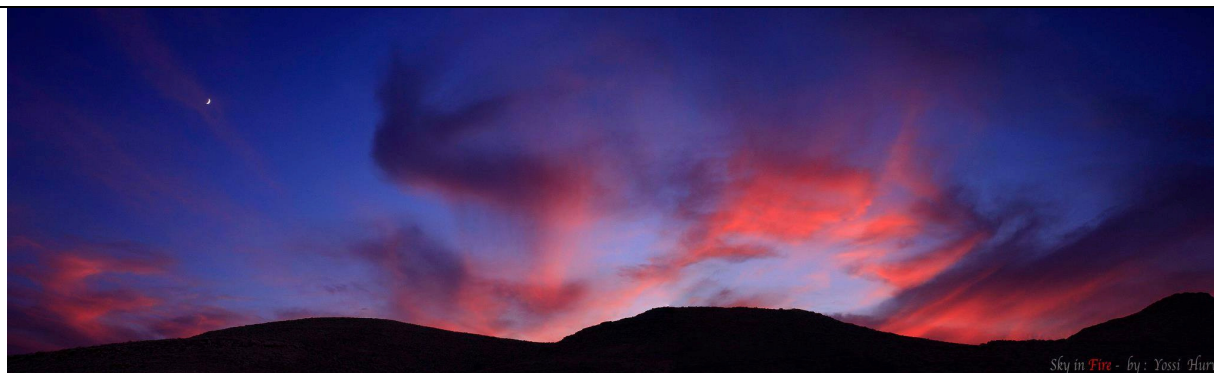
Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

שם המצפה	ציוד עיקרי	הערות / כתובת / אתר
צמ"ד – מכון ויצמן למדע	Meade LS8, Meade 8" LX200	היחידה לפעולות נוער של מכון ויצמן. משמש את מערכת החינוך ובעיקר מארגן תצפיות מודרכות במדבר http://davidson.weizmann.ac.il
נוער שוחר מדע האוניברסיטה העברית ירושלים (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 12 LX200, טלסקופ שמש Coronado Orion Dob10", טלסקופים ניידים שונים,	משמש בעיקר את מערכת החינוך, תלמידים וכן מארגן תצפיות במדבר וכן מחנות אסטרונומיה http://community-youth.huji.ac.il
מכללת דוד ילין בירושלים (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 12 LX90ACF, פלנטריום GOTO NEX טלסקופ שמש Coronado, כיפת Explora-dome	משמש את תלמידי המכללה
אורט תעופה וחלל מעלה אדומים (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 16 LX200 ACF, מצלמת SBIG XT7ME כיפת Ash-Dome, ספקטרוסקופ, פלנטריום נייד GOTO NEX, טלסקופ שמש Coronado	משמש בעיקר את מערכת החינוך וכן את הציבור הרחב http://oma.ort.org.il
מרכז מצוינים אשקלון (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 16 LX200 ACF, מצלמת QSI583ws כיפת Ash-Dome, פלנטריום קבוע GOTO NEX, טלסקופ שמש Coronado SM60	משמש בעיקר חוגי מצוינות http://orianit.edu-negev.gov.il/mechonask
אורט מקיף ערד (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 12 LX90ACF, פלנטריום GOTO NEX טלסקופ שמש Coronado SM60, מצלמת CCD QSI583ws, כיפת SkyShedPod	משמש את מערכת החינוך וכן את הקהל הרחב
בית יציב – באר שבע (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 10 LX200, פלנטריום נייד GOTO NEX טלסקופ שמש Coronado, כיפת Ash-dome	משמש את מערכת החינוך וכן את הקהל הרחב http://ilanramon.bgu.ac.il
מרכז אילן רמון אוניברסיטת בן-גוריון (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 16 LX200, פלנטריום אופטי GOTO E-5 טלסקופ שמש Coronado, כיפת Ash-dome, טלסקופים ניידים ETX125	משמש את מערכת החינוך. משמש גם את הקהל הרחב ומארגן אירועי אסטרונומיה ציבוריים http://ilanramon.bgu.ac.il
פארק השמש בניצנה (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	Meade 5" LXD75 + Coronado Hα Filter	חלק ממתחם השמש בניצנה. פתוח לקהל הרחב. ביקורי קבוצות ויחידים http://nitzana.org.il
מצפה הכוכבים בעוז (הוקם בסיוע קוסמוס טלסקופים)	טלסקופ Meade 12" LX200	פועל תחת כפר הנוער בניצנה. משמש בעיקר ביקורים של קבוצות מאורגנות
מצפה הכוכבים ע"ש וויז אוניברסיטת תל-אביב מצפה רמון	טלסקופ מחקרי בקוטר מטר אחד טלסקופ רובוטי בקוטר 18" ציוד מחקרי מגוון	משמש כטלסקופ המחקר הראשי בישראל. אינו פתוח לקהל הרחב למעט ימים מיוחדים בשנה באירועים מיוחדים כגון יום העצמאות http://wise-obs.tau.ac.il/

מצפי כוכבים ציבוריים ברשות הפלסטינית

שם המצפה	ציוד עיקרי	הערות / כתובת / אתר
מרכז נוער בחברון	Meade 14 LX200ACF, פלנטריום GOTO NEX פלנטריום דיגיטלי Immersive adventure, טלסקופ שמש Coronado, כיפת Explora-dome	הוקם על ידי עיריית חברון בסיוע ממשלת דרום קוריהא



ענני ערב המוארים על ידי קרני השמש האדומות של השמש ששקעה. צילם – יוסי חורי

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נספח ב'

ציוד אסטרונומי

מבוא לטלסקופים

http://www.cosmos.co.il/wfile/astronomy_menu.htm לקריאה משלימה

טלסקופ הוא מכשיר העיקרי המשמש לאסטרונומיה. משמעות השם – טלה (מרחיק) סקופ (לראות). בדרך כלל מקובל לראות בטלסקופ מכשיר שמטרתו להגדיל את הדמות, אך המטרה העיקרית של הטלסקופ האסטרונומי היא לאסוף אור.

הטלסקופים מחולקים לכמה סוגים, הנבדלים ביניהם לפי המבנה האופטי. העיקרון המנחה של כל סוגי הטלסקופים הוא איסוף אור על ידי אלמנט אופטי גדול, הרכיז במוקד משותף, כאשר בדמות הנוצרת במוקד המשותף אפשר לצפות או בעין, באמצעות מכלול אופטי הקרוי "עינית" או להציב גלאי, בדרך כלל מצלמה.

טלסקופים נבדלים ביניהם גם לפי סוג הקרינה שהם רגישים לה. יש טלסקופים לכל אורכי הגל, החל מטלסקופים הקולטים קרינה הנפלטת מהמקורות האנרגטיים ביותר ביקום – קרינת גאמא ואיקס, טלסקופים הרגישים לקרינה על-סגולה, לקרינה תת-אדומה ולקרינת רדיו. אנו נעסוק כאן רק בטלסקופים הרגישים לאור הנראה. למעט טלסקופים הרגישים לרדיו, קשה מאוד עד בלתי אפשרי לצפות בשמים באורכי גל אחרים בגלל מעטה האטמוספירה החוסם את רוב הקרינה האלקטרו מגנטית.

הכלל המנחה הוא שככל שהטלסקופ בעל אלמנט אופטי ראשי בקוטר גדול יותר, כך הוא יקלוט כמות אור גדולה יותר. למעשה, ההבדל בין קליטת אור של שני טלסקופים בעלי שני קטרים שונים תהיה ריבוע היחס בין שני הקטרים שלהם, כיוון שאיסוף האור תלוי בשטח. טלסקופים יכולים לאסוף את האור בשתי שיטות עיקריות:

שבירת האור למוקד ראשי על ידי עדשה. טלסקופים אלו קרויים: שוברי אור.

החזרת האור וריכוזו למוקד על ידי מראה. טלסקופים אלה קרויים: מחזירי אור.

יש סוג ביניים של טלסקופים, המשלבים עדשות ומראות ואלו קרויים: טלסקופים קטדיופטריים.

הטלסקופים נבדלים ביניהם גם לפי מטרתם: יש המיועדים לצפייה ויש למחקר וצילום. יש המיועדים לצפייה בכוכבי לכת ויש שמתאימים יותר לצפייה בגרמי שמים חיוורים. ההתאמה של הטלסקופ לייעודו נעשית הן על ידי המבנה האופטי של הטלסקופ והן על ידי הכן עליו הוא מוצב והאביזרים שאפשר להתאים לו.

תכונות הטלסקופ

לכל הטלסקופים, בין אם הם שוברי אור, מחזירי אור או קטדיופטרים, יש תכונות משותפות ואלו הן

קוטר הטלסקופ	איסוף אור	מוקד הטלסקופ	יחס המוקד
כושר ההפרדה	שדה הראייה	הגדלה	

קוטר הטלסקופ

קוטר הטלסקופ הוא הקוטר של האלמנט האופטי הראשי בטלסקופ, בין אם זה עדשה בטלסקופ שובר אור או טלסקופ קטדיופטרי או מראה בטלסקופ מחזיר אור. קוטר הטלסקופ נמדד בדרך כלל במילימטרים או באינצ'ים. קוטר הטלסקופ קובע למעשה את התכונות העיקריות של הטלסקופ ובראשן איסוף האור, ההגדלה וכושר ההפרדה.

מהו הקוטר המינימלי של טלסקופ?

טלסקופים למתחילים אלה טלסקופים שקוטרים קטן. בדרך כלל 60 עד 80 מ"מ, שמבוססים על עיקרון שבירת האור מבעד לעדשה. אלה הטלסקופים הקלאסיים הנתונים על גבי חצובות גבוהות. למרבה הפלא, אפשר לראות דברים רבים באמצעות הטלסקופים הקטנים גם מתוככי עיר מוארת:

הירח – הירח הוא גרם השמים הזמין ביותר והנוח ביותר לתצפית. בטלסקופ קטן ואיכותי אפשר להבחין במכתשים שעל פניו, בשרשרות ההרים, בקימוטים על הרמות האפורות שלו ועוד.

כוכבי הלכת – בטלסקופ קטן אפשר לראות את המופעים של כוכב חמה ונוגה שדומים למופעי הירח – מסהר צר ומאורך עד לעיגול מלא. מאדים, כשהוא מתקרב לכדור הארץ, עשוי להראות את כיפת הקרח הגדולה שלו, וגם כתמים כהים על פניו. צדק יגלה את חגורות העננים שלו, את הכתם הגדול האדום וארבעת ירחיו. טלסקופ טוב יראה גם את הצל (ליקוי חמה) שמטילים הירחים שלו מדי פעם שהם חולפים בינו לבין השמש. גם את טבעותיו של שבתאי אפשר לראות ומספר מירחיו. אורנוס יראה כדסקה קטנה ונפטון יראה כנקודה כחלחלה. מתוך העיר אפשר לראות מאות כוכבים כפולים ואפילו צבירי כוכבים בהירים וכמה ערפיליות. מהמדבר אפשר לראות גם גלקסיות ככתמי אור קטנטנים. בהחלט, יכול רב ומפתיע עבור מכשיר שעלותו כמה מאות שקלים בלבד. נשאלת השאלה – על מה צריך לתת את הדעת כאשר רוכשים טלסקופ?

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי

המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advanrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

איסוף האור

איסוף האור של הטלסקופ תלוי ביחס ישר לריבוע הקוטר שלו. לדוגמה, טלסקופ בקוטר 200 מ"מ יאסוף אור פי 4 מטלסקופ בקוטר 100 מ"מ. יחס זה שווה בדיוק ליחס המתקבל משטחי שני האלמנטים הראשיים של הטלסקופ. איסוף האור הוא התכונה החשובה ביותר של הטלסקופ האסטרונומי כיוון שהיא קובעת מהו גרם השמים החיזור ביותר והקלוש ביותר שהטלסקופ יכול לקלוט. כמובן שאיכות הטלסקופ קובעת גם את יכולת איסוף האור. ליטוש לא איכותי של העדשות או המראות יפגע בכושר איסוף האור. להלן כמה סיבות לירידה בכושר איסוף האור:

עדשות

איכות עדשות ירודה תפגע בכושר איסוף האור כיוון שעבירות האור בעדשה יורד ככל שאיכותה קטנה.

החזר האור מפני העדשה מפחית את כמות הקרינה העוברת בעדשה. ציפוי איכותי של העדשה עוזר להפחית את כמות הקרינה המוחזרת מפניה. לכן, סוג הציפוי חיוני לכושר עבירות האור.

פיזור האור – ככל שאיכות ליטוש ירודה וכן הציפוי באיכות נמוכה, אזי מיקוד קרני האור יהיה רחוק מנקודה ולכן חדות התמונה ירד ועמה יגדל פיזור האור במוקד.

עובי העדשה – ככל שהעדשות עבות יותר, תגדל בליעת האור בעדשות, בטלסקופים שוברי אור בקטרים גדולים הכרח ליצר את העדשות בעובי גדול מאוד כדי לתמוך במשקלן ולכן בליעת האור בהן תגדל ומשקלן יעלה מאוד. מסיבה זו אין טלסקופים שוברי אור שקוטרים גדול ממטר.

מראות

כיוון שהאור מוחזר מפני המראה, אין משמעות אופטית רבה לחומר ממנו עשויה המראה, לכן שני הסיבות העיקריות הן רמת הליטוש ואיכות הציפוי. רמת הליטוש נמדדת לפי דיוק ליטוש עקומת המראה ביחס לאורכי הגל. מראה מסחרית מלוטשת בדרך כלל בדיוק של $\frac{1}{4}$ או $\frac{1}{6}$ של אורך גל ומראות איכותיות מלוטשות בדיוק של $\frac{1}{8}$ או $\frac{1}{10}$ אורך גל.

המוקד

המוקד הוא המרחק שבו מרוחק המוקד מהאלמנט האופטי הראשי. המוקד נמדד בדרך כלל במילימטרים ומסומן באות f. מבחינה אופטית, הדמות המדומה של העצם בו צופים נוצרת במישור המוקד. אנו צופים למעשה בדמות המדומה מבעד לעינית, המצויה מעבר למישור המוקד או מצלמים את הדמות המדומה במצלמה. להתכנסות כל קרני האור במוקד אחד חשיבות קריטית לאיכות התמונה. להלן כמה סיבות המונעות התכנסות האור במוקד אחד:

שבירת האור בעדשה – העדשות פועלות על קרני האור העוברות בהן כמו עדשה והאור למעשה נשבר לכמה מוקדים בהתאם לאורכי הגל. התוצאה – האור לא מתכנס במוקד אחד אלא בכמה מוקדים שכל אחד מרוחק מעדשה מרחק שונה. ככל שאורך המוקד של הטלסקופ קצר יותר ביחס לקוטר העדשה, הפיזור יהיה גדול יותר. הפיתרון, הוספת עדשות שמתקנות את השפעת פיזור האור בכך שהן מפזרות מעט את האור ובכך מצמצמות את השפעת הפיזור. טלסקופים בהן יש עדשה מתקנת קרויים – טלסקופים א-כרומטיים (א – ללא, כרומו – צבע). הפחתה נוספת של השפעת שבירת האור נעשית על ידי שימוש בעדשות הבנויות מזכוכיות אקזוטיות (ED) או הוספת שתי או שלוש עדשות נוספות (אפוכרומט). לשבירת האור לכמה מוקדים יש השפעה נוספת על הצבע האמיתי הנגלה של האובייקטים. ככל שהפיזור גדול יותר, קשה למקד יותר מקרני אור השייכות לצבע אחד למוקד משותף.

לאורך המוקד השפעה גם על ההגדלה של הטלסקופ וכן על שדה הראייה שלו, כפי שנראה בהמשך.

יחס המוקד

יחס המוקד הוא היחס בין אורך המוקד לקוטר העדשה. לדוגמה, טלסקופ שאורך המוקד שלו 1000 מ"מ וקוטר המראה הוא 200 מ"מ יהיה בעל יחס מוקד של 5. יחס המוקד מסומן באות F. ולכן, הטלסקופ שבדוגמה יהיה בעל יחס מוקד F/5.

יחס המוקד משפיע על שדה הראייה וכן על מהירות הצילום. ככל שיחס המוקד קטן יותר, הטלסקופ יהיה "מהיר" יותר לצילום. ההבדל במהירות שבה נצלם את אותו אובייקט כדי לקבל את אותו מספר פוטונים על אותו שטח של הגלאי יהיה היחס בין אורכי המוקד בריבוע. כך, טלסקופ שיחס המוקד שלו F/5 יהיה מהיר פי 4 מטלסקופ שיחס המוקד של F/10 (למעט צילום כוכבים, אין למהירות הצילום כל קשר לקוטר הטלסקופ אלא רק ליחס המוקד!).

מקובל לראות בטלסקופים שיחס המוקד שלהם קטן מ-F/6 טלסקופים מהירים. בדרך כלל, יחסי מוקד ארוכים נפוצים בטלסקופים קטניוטרניים.

בעיקרון, יש לתכנן על מה אנו עומדים לצפות. טלסקופים מגיעים עם אורכי מוקד שונים שהכלל העיקרי הוא היחס בין אורך המוקד לקוטר הטלסקופ (יחס המוקד או "מהירות").

יחס מוקד קטן מיועד לתצפיות בשדה רחב או לצילום אסטרונומי כיוון שיחס המוקד הקטן מקטין את משך החשיפה הדרוש. יחס מוקד קצר לעומת זאת יסבול מעוות כרומטי (בטלסקופ עדשות) או מרגישות לקולימציה (טלסקופ מראות). הם יישמשו היטב בתצפיות לגרמי שמים עמוקים ממקומות חשוכים.

יחס מוקד ארוך מיועד לתצפיות הדורשות איכות אופטית גבוהה יותר – תצפיות בכוכבי לכת וירח, תצפיות בכוכבים כפולים וכדומה. בשימוש באותה עינית שדה הראייה המתקבל קטן יותר והתמונה חשוכה (קונטרסטית) יותר. לכן הם מתאימים גם לצפייה מתוך עיר מוארת. חסרונם – מעט חשוכים ובמקרה של טלסקופים שוברי אור או מחזירי אור – גודל פיזי גדול ומסורבל.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי

המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230. דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

שדה הראייה

שדה הראייה הוא הקטע הזוויתי של השמים הנראה באמצעות הטלסקופ, או בעינית או שדה הצילום המתקבל. עבור שני סוגי טלסקופים נתונים, בשימוש באותם אמצעי קלט (עינית או מצלמה) שדה הראייה תלוי באורך המוקד של הטלסקופ ובעינית. שדה הראייה האמיתי של הטלסקופ נקבע על ידי חלוקת שדה הראייה הנראה של העינית בהגדלה המתקבלת באותה עינית. לדוגמה-

טלסקופ שאורך המוקד שלו 1000 מ"מ

עינית באורך מוקד 5 מ"מ ושדה ראייה נראה של 60 מעלות

ההגדלה המתקבלת עם אותה עינית היא $1000:5=20$

שדה הראייה המתקבל באותה עינית יהיה $60:20=3$ שהוא נמדד במעלות קשת.

לשדה הראייה משמעות אחרת בצילום והיא מהו גודלה של דמות בעלת גודל זוויתי מסוים על מישור המוקד? נתון זה חשוב בעיקר בצילום. נתון זה תלוי אך ורק באורך המוקד של הטלסקופ

גודל הדמות במילימטר המתקבל במישור המוקד של מעלת קשת אחת של שמים יהיה:

$F/57.3$

כאשר f הוא אורך המוקד של הטלסקופ במילימטרים (החלוקה ב-57.3 נועדה להמיר את התוצאה מרדיאנים למעלות).

לדומה, עבור טלסקופ שאורך המוקד שלו 1000 מ"מ, כל מעלת קשת בשמים תיצור דמות מדומה בגודל של 17.5 מ"מ במישור המוקד ($1000/57.3$).

ההגדלה

ההגדלה של טלסקופ נקבעת משתני פרמטרים:

אורך המוקד של הטלסקופ

אורך המוקד של העינית

ההגדלה היא חלוקה של אורך המוקד של הטלסקופ באורך המוקד של העינית. כך, לדוגמה, טלסקופ באורך מוקד של 1000 מ"מ ועינית של 5 מ"מ יתנו הגדלה של 20. ההגדלה היא למעשה הגדלה של זווית הראייה. המשמעות של הגדלה גדולה יותר היא שאנו רואים את העצם לו היה קרוב יותר במידת ההגדלה. כך, למשל, הגדלה $\times 20$ השפעתה שווה לכך שהיינו מביטים בעצם ממרחק קטן פי 20 מהמרחק שבו אנו צופים. חשוב לזכור שיש סף עליון להגדלה שאפשר להגיע בטלסקופ והיא תלויה בכושר ההפרדה.

כושר ההפרדה

כושר הפרדה של טלסקופ הוא זווית הראייה הקטנה ביותר שהטלסקופ יכול להפריד. מלים אחרות, מהי זווית הראייה הקטנה ביותר בין שני עצמים, שהטלסקופ יראה אותן כשני עצמים נפרדים. אם אנו מניחים ששני העצמים הם באותה בהירות ושניהם באותם מאפיינים גיאומטריים (נניח שני כוכבים זהים), זווית הראייה תלויה בשני פרמטרים:

קוטר האלמנט האופטי הראשי

אורך הגל הנפלט מהגוף

בהנחה שהאיכות האופטית של המכשיר היא מושלמת, וכי אנו צופים בכל אורכי הגל הנראה, זווית הראייה הקטנה ביותר שאפשר לצפות בטלסקופ בעל קוטר נתון היא:

$4.7/a$

כאשר a מבטא את קוטר הטלסקופ באינצ'ים. הקבוע 4.7 הוא עבור מחצית הספקטרום של אורכי הגל בתחום הנראה (צהוב). מגבלה זו של זווית ראייה מינימלית שאפשר לצפות בה קרויה – מגבלת ההתאבכות והיא נובעת מהתנהגות מעבר קרני אור באורך גל מסוים בסדק שקוטרו נתון. מגבלת ההתאבכות קובעת את הסף של ההגדלה המרבית האפשרית בטלסקופ בעל קוטר נתון והיא ההגדלה האפקטיבית המרבית של הטלסקופ.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

http://www.cosmos.co.il/wfile/mount_menu.htm פירוט סוגי חצובות

האיכות המכנית של החצובה לא פחות חשובה מאיכותו האופטית של הטלסקופ. טלסקופ מעולה המוצב על חצובה רעועה ירקוד וירעד לכל משב רוח קל וכל נגיעה תרעיד אותו. אין כל הנאה בתצפית בטלסקופ, טוב ככל שיהיה, אם החצובה שלו רעועה. לכן, יש לוודא שהחצובה המגיעה עם הטלסקופ היא יציבה, מסיבית ומיועדת לשאת טלסקופים מסדר הגודל שאם מבקשים לרכוש. הנושא קריטי כאשר מדובר בטלסקופים גדולים, קרי – במפתחים של 4.5 ויותר.

החצובה צריכה להיות יציבה ונוחה לתפעול. מרבית הטלסקופים הבסיסיים בקוטר של 60 מ"מ עד 90 מ"מ מגיעים עם כניס פשוטים, שבדרך כלל מתאימים לתצפיות בסיסיות. רצוי לזכור שכנים מסיביים מאוד, למרות יעילותם, מייקרים את הטלסקופ ובמרבית המקרים לא כדאי להשקיע בכך מסיבי וכבד הכולל משקולות אם רוכשים טלסקופ פשוט המיועד לילדים שכל מטרתו תצפית בירח ובכוכבי הלכת ובעיקר בתצפיות נוף, אלא אם מדובר בצילום. כמובן שיש להקפיד שהכן לא יהיה רעוע כיוון שאז תיגזל כל חווית התצפית.

יש שני סוגים של חצובות :

אלט-אזימוטלית (אופקי)

משוונית

החצובה האלט-אזימוטלית, שמשמשת הן את הטלסקופים שוברי האור הפשוטים ביותר והן את הטלסקופים המקדמים ביותר, מושתתת על מערכת צירים שמקבילה ומאונכת לאופק. ממש כמו בחצובה של מצלמה. חצובות אלה מתאימות לטלסקופים קטנים וכן לתצפיות נוף. בטלסקופים מתקדמים מצויה מערכת ממוחשבת, עם שני מנועים, שמזיזה את הטלסקופ באופן רציף, כך שתנועתו תפצה על תנועת כדור הארץ ותעקוב אחר גרמי השמים. תכונה שהיא קריטית הן כאשר כמה אנשים מבקשים לצפות בגרם שמים, או בעת תצפית בהגדלה גבוהה או בעת צילום.

יש להקפיד שלחצובה תהיה יכולת של תזוזה עדינה בלפחות ציר אחד.

חצובות כאלה, אם הן מסיביות ויציבות, עשויות להתאים גם לטלסקופים גדולים.

יש כמה סוגים :

AZ2 – בדרך כלל מתאימה לטלסקופים של 60 או 70 מ"מ

AZ3 – מתאימה לטלסקופים עד 120 או 130 מ"מ

AZ4 – מתאימה לטלסקופים עד 150 מ"מ

חצובות משוונות (חצובות גרמניות)

ראשית, אין קשר בין שמן של חצובות אלה – חצובה גרמנית – למקום ייצורן!!! הם יכולות להיות מיוצרות בכל מקום על גבי כדור הארץ ועדיין הן תקראנה כך. אלה הן חצובות שאחד מהצירים שלהן מקביל לציר סיבוב כדור הארץ. על ידי סיבוב ציר אחד, באופן ידני, או התקנת מנוע, אפשר לעקוב אחר גדם השמים המבוקש. החצובות המשוונות המגיעות עם טלסקופים קטנים קרויות חצובות משוונות וסימן ההיכר שלהן היא המשקולת המאזנת את הטלסקופ. כאשר רוכשים חצובה משוונת חשוב מאוד לבדוק שהיא מתאימה לטלסקופ אותו אתם רוכשים וכי איכותה המכנית כזו שאין חופש בצירים. בדרך כלל יש כמה רמות של חצובות משוונות נפוצות:

EQ2 – מיועדות בדרך כלל לטלסקופים עד קוטר 90 מ"מ. בדרך כלל מיותר לרכוש חצובות כאלה עבור טלסקופים קטנים כיוון שהשימוש המתחייב במשקולות מקשה על השימוש בחצובה.

EQ3 – מיועדות לטלסקופים עד קוטר 6". יש חברות המשתמשות בחצובות אלה גם עבור טלסקופים גדולים מ-6" אך הן עשויות להיות בלתי יציבות. בדרך כלל אפשר לחבר להן מנוע עקיבה אחד גרמי שמים אך הן בדר כלל לא מתאימות לצילומים ממושכים של גרמי שמים.

EQ5 – חצובות מסיביות (המקבילות לה הן חצובות Messier של Bresser וחצובות LX75 של Meade) – אלה חצובות מסיביות המותאמות לנשיאת טלסקופים עד קוטר 10". ישנן חצובות שהן שיפור של חצובת EQ5 שהן מטיפוס HEQ5 לדוגמה – חצובת Sirius של חברת Orion.

EQ6 – חצובות מסיביות במיוחד, נועדו אף הן לנשיאת טלסקופים עד קוטר 12". לדוגמה – חצובת Atlas של חברת Orion ו-EQ6 של SkyWatcher.

כמובן שאפשר (ואפילו רצוי) להשתמש בחצובה הגדולה ביותר האפשרית במיוחד כאשר מדובר בצילום ממושך של גרמי שמים. אין כל מניעה לשימוש בחצובת EQ6 גם עם שובר אור קטן כאשר אנו מצלמים. בזמן צילום יציבות החצובה, איכותה המכנית ודיוק גלגלי השיניים של מערכת ההנעה (אם יש כזאת), היא ההבדל בין צילום מוצלח לניסיון צילום כושל! יש לבדוק שהטלסקופ שברשותכם יושב על החצובה באופן כשה, שלאחר איפוס המשקולת ואיזונו, הטלסקופ לא יזוז גם אם צירי החצובה פתוחים ולא נעולים.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי

המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230. דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

חשוב!

חצובות משוונות הן חצובות מסיביות. המבנה המיוחד שלהן מחייב שימוש במשקולות כדי לאזן את הטלסקופ. החצובות עם המשקולות שוקלות לא מעט ולכן יש לחשוב פעמיים לפני שרוכשים טלסקופ קטן (עד 100 מ"מ) עם חצובה משוונת, כיוון שהחצובה משלשת ומרבעת את משקל הטלסקופ!!

הכן הדובסוני – זהו סוג של מערכת אלט-אזימוטלית מינימליסטית, שעיקרה – מערכת פשוטה להפעלה, קלה לכיוון והיא מיועדת לשימוש בטלסקופים נייטוניים בעלי יחס מוקד קצר. הטלסקופים הדובסוניים פופולריים מאוד כיוון שמחירים כולל בעיקר את המערכת האופטית ללא הוצא עודפת על כן משוכלל או מערכת ממוחשבת (אם כי יש גם מערכות הנעה נפרשות או ממוחשבות עבור טלסקופים דובסוניים). מגוון הטלסקופים הדובסוניים נע בין 76 מ"מ למטר!

סוגי עיניות

פירוט סוגי עיניות: http://www.cosmos.co.il/wfile/eyepiece_menu.htm



האבזור החשוב ביותר והראשון שבו אנו נתקלים בבואנו להוסיף או לשדרג את הטלסקופ הוא העינית. העינית קובעת את ההגדלה ואת שדה הראייה עבור טלסקופ נתון. ככל שאורך המוקד של העינית קטן יותר, ההגדלה שלה תהיה גדולה יותר וככל ששדה הראייה שלה גדול יותר, אז שדה הראייה הנראה יהיה גדול יותר. בדרך כלל, טלסקופים מסופקים עם עינית אחת או שתיים לכל היותר. בדרך כלל החובבים מבקשים להרחיב את מלאי העיניות שברשותם כדי לקבל טווח רחב יותר של הגדלות ואו שדות ראייה. ישנן כמה סוגי עיניות בשוק והן נבדלות (למעט אורך המוקד שלהן, הקובע את ההגדלה) בעיקר בשדה הראייה שהן מספקות. העיניות בעלות שדה הראייה הקטן ביותר הן בעלות שדה ראייה של 45 מעלות (שדה הראייה הנראה מתקבל מחילוק שדה הראייה של העינית בהגדלה שהיא מספקת). עיניות סופר פלוסל מעניקות שדה ראייה של 52 מעלות, עיניות שדה רחב בדרך כלל 70 מעלות ושדה אולטרה-רחב, שדה של 82 מעלות או 100 מעלות. כמובן שככל שדה הראייה גדול יותר, מחיר העינית יהיה גבוה יותר.



תפקיד העיניות וחשיבותן דומה לתפקיד הרמקולים במערכת שמע. מערכת השמע הטובה ביותר שתצויד ברמקול עלוב, תשמע גרוע. הוא הדין בעיניות. העיניות קובעות גם את ההגדלה של הטלסקופ ואת שדה הראייה שלו. ההגדלה של טלסקופ נקבעת על ידי חלוקה של אורך המוקד של הטלסקופ (שהוא נתון קבוע) באורך המוקד של העינית. כך, לדוגמה, טלסקופ בקוטר 60 מ"מ שאורך המוקד שלו 700 מ"מ, יתן הגדלה של $\times 35$. בשימוש עם עינית שאורך המוקד שלה 20 מ"מ (אורך המוקד של העינית תמיד מצוין עליה). אם נשתמש בעינית של 5 מ"מ, נקבל הגדלה של $\times 140$. למעשה, חישוב ההגדלה אינו קשור כלל לקוטר הטלסקופ! חישוב זה נכון לכל טלסקופ שאורך המוקד שלו 700 מ"מ. מכאן גם נובע חוסר הרלוונטיות בשאלה החוזרת ונשנית – איזו הגדלה יש לטלסקופ? מלבד העובדה כי ההגדלה האפטיבית ממילא מוגבלת, הרי באופן תיאורטי (ולצערנו גם באופן מעשי מאוד) שילוב של טלסקופ קטן בקוטר 60 מ"מ עם אורך מוקד 700 מ"מ ועינית באיכות ירודה באורך מוקד 1 מ"מ יביא להגדלה של $\times 700$!!! לכאורה – הגדלה יפה, אך איכות הדמות החשוכה והמטושטשת שתתקבל, אם בכלל, זהו סיפור אחר.

יש עיניות שהן מכפילות. למשל, עינית מכפילה $\times 2$ מאפשרת, בשילוב עם עינית אחרת, הכפלה של ההגדלה שמתקבלת עם אותה עינית ללא המכפיל. שוב, טלסקופים רבים נמכרים עם מכפילים כדי להגיע להגדלות פנטסטיות, אך צריך לזכור לבצע שימוש מושכל במכפילים ולא לעבור את ההגדלה האפקטיבית.

קוטר העיניות ואיכותן

מחירה של עינית איכותית עשוי להגיע גם לאלפי שקלים ומובן שאין טעם לרכוש עינית שמחירה כפול ומכופל ממחיר הטלסקופ הבסיסי שלנו. העיניות מגיעות בשלושה קטרים סטנדרטיים, שהם הקטרים שמתאימים לטלסקופ:

קוטר נוסף הוא 0.965" (0.965 אינץ' – כ-24.5 מ"מ) המשמש בדרך כלל טלסקופים המיועדים לשוק הצעצועים.

העיניות בקוטר 2" הן, בדרך כלל, איכותיות יותר ובעלות שדה גדול יותר מהעיניות בקוטר 1.5" או 1.25". אם כי כל יצרניות הטלסקופים המכובדות מייצרות עיניות איכותיות בקוטר הקטן שהוא הקוטר הסטנדרטי. כאמור, גם שדה הראייה שמעניקה העינית הוא קריטריון חשוב. בדרך כלל (אך לא תמיד) ככל שמספר

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

העדשות מהן בנויה העינית גדול יותר, שדה הראייה שלה יהיה גדול יותר. כך, בשימוש בשתי עיניות שונות בעלות אותו אורך מוקד ושדה ראייה שונה, ההבדל בין המראה הוא כבין שמים וארץ. מרבית הטלסקופים הקטנים מסופקים עם סט של עיניות וחלקם גם עם מכפילים. דווקא הטלסקופים הגדולים מסופקים עם עינית אחת (בדרך כלל עינית של 31 מ"מ קוטר, בעלת אורך מוקד של 26 מ"מ). כך, באופן פרדוקסלי לכאורה, הטלסקופים הגדולים והאיכותיים, מגיעים עם הגדלות קטנות, שעל פי רוב אינן גדולות מפי 100x.

סוג הטלסקופ

טלסקופים הם מכשירים שתפקידם לרכז אור ולהביאו אל עינו של הצופה או אל עדשת המצלמה. קיימים שלושה סוגים עיקריים של טלסקופים:

שוברי אור	מחזירי אור	קטדיפוטריים
-----------	------------	-------------

טלסקופים שוברי אור

טלסקופים א-כרומטיים



הטלסקופים שוברי האור מבוססים על עיקרון שבירת האור העובר מבעד לעדשה ראשית (עדשת העצם) המצויה בקדמת הטלסקופ. מרבית הטלסקופים למתחילים בקטרים של 50 מ"מ ו-60 מ"מ הם שוברי אור. אולם, בקטרים גדולים יותר הם מתייקרים באופן משמעותי. סוג זה של טלסקופים נחשב לאיכותי ביותר מבחינת חדות התמונה שמתקבלת אך עלות הייצור שלהם גבוהה ולכן יחסית לסוגים האחרים הם יקרים. מלבד המחיר, חסרונם הוא בצבע שמתקבל בשולי הגופים בהם צופים, כתוצאה משבירת האור בעדשה. עיוות זה קרוי – סטייה כרומטית. הדרך לתקן את הסטייה הכרומטית היא לייצר את העדשה הראשית משתי עדשות, כשהעדשה השנייה מתקנת את שבירת האור. סוג זה של טלסקופים קרוי – טלסקופים א-כרומטיים, אולם מערכת זו אינה מתקנת לחלוטין את הסטייה הכרומטית.

ככל שיחס המוקד של הטלסקופ הא-כרומטי קטן יותר (אורך מוקד קצר יותר ביחס לקוטר העדשה), הסטייה הכרומטית תבלוט. השפעת הסטייה הכרומטית תבלוט בתצפיות על כוכבי לכת וכוכבים בהירים. אם רוכשים אחד האור תקטן, אך במקביל תפחת הסטייה הכרומטית. במקרה של צפייה בכוכבי הלכת הבהירים או הירח, כאשר מדובר בטלסקופים אכרומטיים בקוטר גדול, של 100 מ"מ ויותר, אפשר לוותר מעט על כניסת אור לטובת איכות הצפייה.

שיפור נוסף במערכות א-כרומטיות הוא מערכת מופרדת אוויר. במערכת זו בין שתי העדשות יש מרווח אוויר המתנהג הסטייה הכרומטית.

טלסקופים אפ-כרומטיים

כדי לתקן באופן כמעט מושלם את הסטייה הכרומטית קיימים טלסקופים שקרויים אפוכרומטיים, והתיקון בהם נעשה באמצעות הוספת עדשות נוספת או שימוש בעדשות העשויות מזכוכיות מיוחדות, אך טלסקופים אלה יקרים יותר. כיום ישנן כמה שיטות להשגת תיקון כמעט מושלם של הסטייה הכרומטית על ידי שימוש בסוגי זכוכיות אקזוטיות כאשר העדשה הראשית מורכבת משתי עדשות בלבד. טלסקופים כאלה קרויים טלסקופים סמי-אפוכרומט או ED והם מיוצרים ומשווקים על ידי חברות התמחות בתכנון המבנה האופטי שלהם, דוגמת William-Optics המתמחה בייצור טלסקופים אפוכרומטיים לאסטרונומיה ולצפרות. טלסקופים אפוכרומטיים שבהם התיקון נעשה על ידי 3 עדשות קרויים אפוכרומטיים טריפלטים. הקושי בליטוש עדשות אלה הופך אותן ליקרות ולכן הטלסקופים האפוכרומטיים יקרים יותר מהטלסקופים הא-כרומטיים. חשוב לציין, כי גם בטלסקופים הקטנים, המערכת האכרומטית קריטית לתצפית יעילה ויש לוודא שהטלסקופ הוא אכרומט.

טלסקופים שוברי אור קטנים מיועדים בעיקר למתחילים. גם בטלסקופ בקוטר 60 מ"מ אפשר לראות היטב את מכתשי הירח וההרים על פניו, את טבעותיו של שבתאי, ירחי וענני צדק, כוכבים כפולים וצבירים כוכבים. בתנאים אופטימליים אפשר להבחין גם בגלקסיות ובערפיליות. יתרונם של הטלסקופים האלה, שמגיעים בדרך כלל עם אורך מוקד גדול, יחסית, הוא באזורים עירוניים מוארים.



טלסקופים מחזירי אור

סוג זה של טלסקופים הומצא לראשונה בידי אייזיק ניוטון וקרוי על שמו – טלסקופ ניוטוני. העיקרון מבוסס על החזרת האור ממראה ראשית קעורה, במקום שבירה בעדשות. המראה ממקמת בצד האחורי של הטלסקופ והאור מוחזר אל קדמת הטלסקופ, שם הוא מוטה הצידה בעזרת מראה משנית, קטנה, והצופה מביט מבעד לעינית שממוקמת בניצב לטלסקופ, בקדמתו. בטלסקופ המראות נעלמת בעיית הצבע אך יש בעיות אחרות: המראה המשנית שתפקידה להטות את האור הצידה "מפריעה" לקרני האור (היא מצויה בין פתח הטלסקופ למראה הראשית). מסיבה זו ומסיבות אחרות, איכות הדמויות המתקבלת בטלסקופים מסוג זה נופלת בחזותה מאיכות של דמויות שמתקבלת בטלסקופ עדשות בקוטר דומה. מאידך, עלות הייצור של טלסקופ מראות זולה משמעותית מטלסקופ עדשות, והקוטר הגדול של טלסקופ שאפשר לרכוש בעלות זולה, יחסית, "מפצה" על איכות התמונה בעזרת איסוף אור גדול יותר. מסיבה זו, בקטרים שבין 114 מ"מ ומעלה (בקטרים קטנים יותר ההפרעה של המראה המשנית היא קריטית ביותר) טלסקופים אלה זולים משמעותית מטלסקופי עדשות בקוטר מקביל, וסיבה זו מהווה שיקול חשוב ברכישת הטלסקופ.

כאשר רוכשים טלסקופים מחזירי אור יש לבדוק אם המראה היא פרבולית. מראות כדוריות יוצרות בשולי שדה הראייה אפקט הקרוי – סטייה כדורית.

קולימציה

טלסקופים ניוטוניים דורשים תחזוקה שתכליתה כיוול המערכת האופטית (קולימציה). ככל שיחס המוקד קטן יותר, הרגישות לקולימציה גדלה. תהליך זה פשוט ואינו מסובך ובטלסקופים בקטרים גדולים כדאי אפילו להצטייד בקולימטור הפועל על עיקרון כיוול באמצעות קרן לייזר. עדיין, יש לזכור שטלסקופים ניוטוניים גדולים מעניקים חווית צפייה טובה מאוד כל זאת בתנאי ששומרים על כיוול המערכת האופטית.

טלסקופים קטדיוריים

אלה טלסקופים שמשלבים מערכת של עדשות ומראות. האור עובר מבעד לעדשה המצויה בקדמת הטלסקופ, מגיע אל מראה ראשית המצויה בצדו האחורי של המחזיר, מוחזרת שוב אל קדמת המכשיר למראה משנית ומשם מוחזרת שוב אל אחורי המכשיר, מבעד לחור שמצוי במרכז המראה הראשית אל העינית. בשיטה זו, בה האור "מטייל" הלך ושוב בתוך הטלסקופ, נחסכים עד 75% מאורכו של הטלסקופ. כך, מתאפשרת בניית טלסקופ באורך מוקד של 2 מטר בצינור שאורכו לא עולה על 60 ס"מ או 70 ס"מ. מסיבה זו, הקומפקטיות, הפכו הטלסקופים הקטדיוריים לפופולריים מאוד בקרב האסטרונומים. גודלם הקטן, יחסית, גם אפשר להתקין אותם בכנים חסכוניים ויציבים, ונוחים לשימוש מאשר הכנים שמשמשים בדרך כלל את הטלסקופים הניוטוניים ושוברי האור. החסרון היחיד הוא בעלותם, כיוון שטלסקופים אלה מגיעים, בדרך כלל, בשילוב עם מערכת שכוללת מנוע, מחשב וכדומה.



קיימים מספר סוגים של טלסקופים קטדיוריים:

שמידט-קסיגריין - בהם התיקון נעשה בידי עדשה מתקנת בעלת חתך מסוים המצויה בקדמת הטלסקופ.

מקסוטוב-קסיגריין - בהם התיקון נעשה בעדשה קעורה המצויה בקדמת הטלסקופ. טלסקופים מסדרת ETX מסוג זה הם בעלי איכות אופטית חדה מאוד והן מתחרים באיכותם האופטית גם בטלסקופים שוברי האור האיכותיים ביותר.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

א-פלנטיים - טלסקופים בעלי מערכת אופטית מיוחדת שמיועדת לבל עיוותים אופטיים שאופייניים למחזירי אור או קטדיופטריים מטיפוס שמידט-קסיגריין. סוג אחד של טלסקופים הוא ריצי-קרייין, שהדוגמה המפורסמת ביותר שלו מצויה בטלסקופ החלל ע"ש האבל. בטלסקופים אלה יש אלמנט אופטי בעל חתך היפרבולי. קיימת גרסה נוספת של מבנה אופטי א-פלנטי שהוא מטיפוס ACF(Advanced Coma Free) המצוי בטלסקופים מסדרות LX-ACF של Meade שגם בהם יש אלמנט היפרבולי (המראה המשנית) שאף הוא מביא לתוצאה של דמות ללא הפרעות קומה בשולי השדה.

בטלסקופים קטדיופטריים יש עיוות מסוים בשולי השדה הנגרם כתוצאה מכך שאלומת האור המגיעה מהעדשה המתקנת גדול יותר מקוטר המראה. התיקון נעשה על ידי ייצור מראה ראשית הגדולה בקוטרה מהעדשה המתקנת. תיקון זה נעשה רק במערכות האופטיות הקטדיופטריות מטיפוס LX של Meade בהן קוטר המראה הראשית גדול ב-0.25" מקוטר העדשה המתקנת ובכך מאפשר דמות אחידה בהירות לכל רוחב השדה.

קולימציה

גם טלסקופים מסוג שמידט-קסיגריין דורשים קולימציה מדי פעם, כאשר התהליך פשוט מאוד ואינו מסובך.

הציוד ההקפי

כיום, במאה ה-21 הפך הציוד ההיקפי לחלק בלתי נפרד מהטלסקופ עצמו. בימים לא רחוקים, טלסקופ מצויד במנוע היה בבחינת מותרות, וחובבי האסטרונומיה (ובכללם כותבי שורות אלה) ראו בטלסקופ בקוטר 60 מ"מ את פסגת מאוייהם. כיום, אפשר למצוא גם טלסקופים קטנים, בקוטר 60 מ"מ, שמצוידים במחשב.

מהו המחשב (הטלסקופ הרובוטי)?



המחשב הוא התקן שמותקן בדרך כלל בכך, הוא מאפשר לכוון את הטלסקופ לכל גרם שמים באופן אוטומטי. אפשר לשלוט על הטלסקופ הן באמצעות שלט היד המסופק עם הטלסקופ, הן באמצעות מחשב PC והן באמצעות רשת האינטרנט. בטלסקופים קטנים המחשב אינו מניע את הטלסקופ אלא רק מנחה את הצופה היכן גרם השמים המבוקש (בשיטת "קר – חם"). ברוב הטלסקופים המחשב מביא את הטלסקופ אל גרם השמים המבוקש בלחיצת כפתור. כל מה שנדרש מהצופה הוא להזין את המיקום שלו (ישראל – חיפה, ירושלים או תל-אביב), את התאריך והשעה. הטלסקופ יעשה כבר את השאר. יש טלסקופים שמותקן בהם GPS שמאפשר לדלג גם על השלב הזה, חצובה חכמה שמפצה על שגיאות פילוס וכדומה. המערכת הממוחשבת מכילה לעתים עד מאות אלפי גרמי שמים בזיכרון וביניהם לוויינים מסחריים, והיא מסוגלת להינעל על לוויין ולעקוב אחריו. בדרך כלל, מערכת כזו מאפשרת גם חיבור למחשב ואז יכול הצופה לראות על מפת השמים, המופיעה על המרקע, את הנקודה המדויקת אליה מכוון הטלסקופ. כיום, מחירים של טלסקופים כאלה שווה לכל כיס ואפשר למצוא לצד סדרת ETX ו-DS הממוחשבת של Meade גם חצובות ממוחשבות המאפשרות חיבור לטלסקופים קטנים.

על מה יש להקפיד ברכישת חצובה ממוחשבת?

ראשית היותה של חצובה ממוחשבת אינה תחליף להיותה יציבה!

חצובה ממוחשבת המושתתת על כן אלט-אזימוטלי (כן זרוע אחת ואף כן מזלג) אינה מיועדת לצילומים בני חשיפות ארוכות! אמנם, אפשר להתאים את התמונות שקיבלנו באמצעים דיגיטליים ולקן את העיוותים (לא תמיד) אך הם בדרך כלל ידרשו התאמה של הטלסקופ למערכת משוונת (הוספת Wedge) לטלסקופ עם מעמד מזלג. טלסקופים ממוחשבים עם חצובת זרוע קשה עד בלתי אפשרי להפוך לטלסקופ משווני המיועד לצילומים בני חשיפות ארוכות!

דיוק מכני – חצובות ממוחשבות נבדלות באיכותן המיכנית (דיוק עקיבה, דיוק באיכוך המכשיר, האפשרות לתכנת אותן, לשלוט עליהן על ידי מחשב חיצוני וכדומה). בדרך כלל, חצובות זולות לא כוללות אפשרויות רבות.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי

המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

צילום



ואם לא די בכך, חברת Meade האמריקאית שהביאה לעולם את בשורת הרובוטקה גם לטלסקופים הקטנים ביותר, החלה לשווק את הטלסקופים עם מצלמות "חכמות" מסדרת DSI (Deep Sky Imager): המצלמות מצלמות את גרמי השמים, ננעלות עליהן במידה שאם מנוע הטלסקופ לא כויל מספיק טוב למעקב אחר גרם השמים, המצלמה תשמור אל גרם השמים במרכז התמונה! המצלמה תצלם תמונות רבות לפי דרישת הצופה, תסנן רק את הטובות ביניהן, תדביק אותן האחת על השנייה (לקבלת יחס אות לרעש טוב יותר) והתוצאה משתווה לתמונות שהתקבלו, רק לפני עשור או שניים, בטלסקופים הגדולים ביותר. (מצלמה זו זכתה בפרס היוקרתי של המגזין Popular Mechanics לשנת 2004). כיום, אפשר לחבר מתאמים המאפשרים לחבר כל מצלמה הקיימת בשוק כמעט לכל טלסקופ ובכך להפוך את הטלסקופ לעדשה רבת עצמה המיועדת לצילומי אסטרונומיה, נוף וצפרות. כיום, אפשר להשתמש במצלמות הדיגיטליות הקונבנציונליות (ניקון, קאנון וכדומה, הקרויות DSLR) שלהן שבב CCD והן יכולות לצלם גם צילומים אסטרונומיים, איכותיים ביותר, ללא שום שינוי במבנה המצלמה וללא כל צורך בהתאמה מיוחדת למעט מחבר בין המצלמה לטלסקופ. חסרונן של מצלמות אלה שהן אינן מקוררות ולכן רמת הרעש התרמי בתמונות יהיה גבוה וכן שבמרביתן קיים מסנן החוסם את תחום האדום הרחוק ואת התת-אדום. תחום זה אולי אינו חשוב לצילומי משפחה ונוף, אך הוא חשוב מאין כמוהו בצילומים אסטרונומיים. הפתרון הוא במצלמות מקוררות המיועדות לצילום אסטרונומי.

לרשות החובבים קיים מאגר גדול מאוד של מצלמות מקוררות, החל במצלמות הזולות יחסית מסדרת DSI של Meade או של Orion וכלה במצלמות המקצועיות של חברות כמו QSI או SBIG. אלה מצלמות שמיועדות הן לצילום ב"מכה אחת" בצבע (כלומר, בחשיפה אחת מתקבלת תמונה צבעונית, כמו במצלמה קונבנציונלית), או מצלמות "שחור לבן", שמיועדות לצילום באמצעות מסננים, לדוגמה מסנני RGB שהחיבור ביניהם מביא לתמונות צבע, או מסננים אקזוטיים יותר המעבירים רק אורכי גל מסוימים. מצלמות אלה מקוררות (כדי להפחית רעש תרמי) יעילותן הקוונטית גבוהה והתוצרת שהן מפקות מקצועית לחלוטין.

חשוב לזכור

גם בצילום הנעזר במצלמות היקרות ביותר, יש חשיבות קריטית לאיכות המערכת האופטית ולא פחות חשוב – לאיכות המכנית של החצובה. כאשר בוחרים חצובה למערכת צילום יש להפקיד שהיא תוכל לשאת כפליים ממשקל הטלסקופ הראשי (כיוון שיש להוסיף מצלמה, טלסקופ מעקב ומצלמת מעקב). לכן חצובות משוונות המיועדות לצילום חייבות להיות יציבות ושתוכלנה לשאת את העומס. כמו כן, יש לוודא שבחצובה יש אפשרות לשליטה חיצונית על ידי מחשב או מצלמת מעקב.

טלסקופים בהם יש שימוש במעמד מזלג מתוכננים כך שיוכלו לשאת את הצידוד העודף.

משקפות

לקריאה משלימה: http://www.cosmos.co.il/wfile/land_menu.htm

משקפות הן כלי יעיל ביותר ללימוד של קבוצות הכוכבים ולסריקה של גרמי השמים. גם במשקפת שדה אפשר לראות צבירים, ערפיליות ואף גלקסיות. חולשתן היא ההגדלה הקטנה, יחסית, שלהן, שלא מאפשרת לראות פרטים בגרמי השמים השונים, בייחוד בכוכבי הלכת ובירח. להלן כמה כללים שיש לזכור כאשר רוכשים משקפת לצורך צפייה בכוכבים:

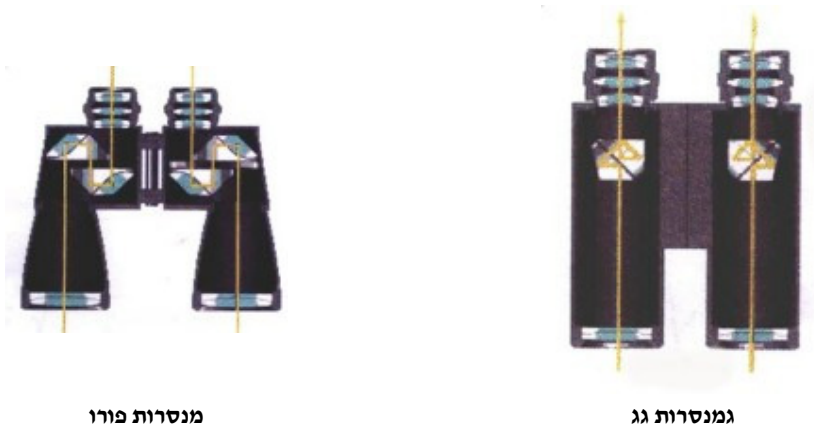
קוטר המשקפת – רצוי לבחור משקפת בעלת קוטר של 50 מ"מ ומעלה. מאידך, יש לזכור כי משקפת גדולה שוקלת יותר ומעיקה על הידיים ולכן מצריכה שימוש בחצובה.

ההגדלה – ככל שהיחס בין קוטר המשקפת וההגדלה גדול יותר, הבהירות של התמונה גדולה יותר. היחס הגדול ביותר הוא 7 ולא בכדי; זהו קוטר אלומת האור היוצא מהמשקפת ביחס כזה וזהו גם הקוטר המרבי שאליה מגיע קוטר האישון בחשכה. משקפות מצוינות בשני מספרים, לדוגמה, 10x50. הווה אומר – ההגדלה של 10 וקוטר עדשה 50 מ"מ. במשקפת כזו היחס הוא 5.

גודל שדה הראייה – ככל ששדה הראייה גדול יותר, הדמות תהיה פנורמית יותר. עשויות להיות 2 משקפות בעלות הגדלה זהה ושדה ראייה שונה. רצוי לבחור במשקפת עם שדה הראייה הגדול ביותר. גודל שדה הראייה מצוין בדרך כלל במעלות וכן בגודל הדמות המרבית שתראה ממרחק מסוים – במטרים או ברגל (רגל = 0.33 מטר) – והמרחק מטרים או יארדים (יארד = 0.9 מטר), בהתאמה. לדוגמה, אם על המשקפת רשם 120/1000 פירושו הדבר שאם מביטים למרחק של 1000 מטר, רוחב הדמות שתראה במרחק זה תהיה 120 מטר. ככל שרוחב הדמות שתראה ממרחק נתון גדול יותר, כך שדה הראייה גדול יותר.

השילוב של שדה הראייה וההגדלה נקבע לפי רצון הצופה. אם המשקפת משמשת לסריקה של שדות כוכבים, קבוצות כוכבים, ערפיליות וכדומה, מקובל להשתמש במשקפת שההגדלה שלה אינה עולה על 12, ושדה ראייה רחב. לאלה שרוצים משקפת חזקה יותר, מוצעות משקפות בהגדלות עד 25 ואפילו יותר, אך כדי לשמור על יחס בהירות סביר קוטרן של משקפות אלה גדול והן מצריכות שימוש בחצובה. הגדלים המקובלים הקלאסיים של משקפות אסטרונומיות הוא 7x56, 8x56, 9x63, 10x70, וכדומה, בכולן שולט היחס של 7 בין הקוטר להגדלה, אך כיום יש חובבים שמשמשים במשקפות 16x50 ו-15x70 לתצפיות ממוקדות יותר ואפילו במשקפות 20x100 או 25x100. אלא שהאחרונות כבדות ביותר ודורשות חצובות מסיביות.

סוג המשקפת – משקפות מגיעות בשתי תצורות:



מנסרות פורו

גמנסרות גג

מנסרות פורו – אלה משקפות השדה הקלאסיות.

מנסרות גג – אלה המשקפות בעלות הצורה ה"ישרה". מרבית המשקפות הגדולות (בקוטר של 56 מ"מ ומעלה) לצורכי אסטרונומיה הן בעלות מנסרות גג.

סוג המנסרות – מרבית משקפות השדה בשוק מבוססות על מנסרות מזכוכית שמכונה BK7. משקפות איכותיות יותר מבוססות על מנסרות העשויות מזכוכית שמכונה Bak-4. במשקפות אלה התמונה צלולה וברורה יותר ממשקפות BK7 אך הן בדרך כלל יקרות יותר.

איכות הציפוי – יש סוגים שונים של ציפויים בשוק. מספר הציפויים, איכותם משפיע על סוג המשקפת. ציפוי טוב עשוי להגדיל בכ- 15% את כושר העברת האור שמתקבל במשקפת על ידי מניעת החזרתו מהמשטחים האופטיים השונים. ישנן כמה דרגות של ציפוי. להלן ההגדרות המקובלות אם כי יש לבדוק אצל כל יצרן ויצרן את ההגדות שהוא מגדיר את ציפויי המשקפות שמיצרות על-ידו:

Coated – כאשר חלק מהמשטחים האופטיים מצופים.

Fully Coated – כאשר כל מפגש זכוכית-אוויר מצופה.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

Multy Coated – כאשר חלק מהמשטחים האופטיים מצופים בכמה שכבות של ציפויים אופטיים.

Fully Multy Coated - כאשר כל מפגש זכוכית-אוויר מצופה בכמה שכבות של ציפויים אופטיים.

BroadBand Coating – איכות הציפוי הגבוהה ביותר, מעניקה תמונה חדה יותר ואיכות צבע אמיתית משופרת.

יש עוד כמה סוגי ציפויים יחודיים לעדשות ולמנסרות, כגון

Emerald Coating, Silver Coating, Phase coating

וכדומה. מומלץ לבדוק את הנושא היטב בעת רכישת המשקפת.

סוג העדשות – משקפות הן בדרך כלל א-כרומטיות. כלומר, העדשה הקדמית שלהן מורכבת משתי עדשות שתפקידן לצמצם את העיוותים הכרומטיים. עיוותים אלה נגרמים בשל מעבר האור מבעד לעדשות ושבירתו, מה שגורם להופעת צבעים בשולי הדמות. עדשות א-כרומטיות מתקנות היטב את העיוות, אם כי גם כאן קיימות רמות שונות התלויות בסוג העדשות ואיכות הליטוש. יש משקפות שבהן העדשות הן אפוכרומטיות או סמי-אפוכרומטיות, בהן התכנון האופטי של העדשה הקדמית הוא כזה שתוספת עדשה או יצור העדשות מזכוכיות מיוחדות, מעלימה כמעט לחלוטין או לחלוטין את העיוות הכרומטי.

משקפות ED – אלה המשקפות האיכותיות ביותר כיוון שהעדשות בהן בנויות בצורה שמעלימה כמעט לחלוטין את העיוותים שנגרמים כתוצאה משבירת האור על ידי העדשות. יש משקפות ED שהן חצי-אפוכרומטיות (Semi-Apo) ויש שן אפוכרומטיות מלאות (Triplet Apo). משקפות אלה בדרך כלל יקרות יותר ממשקפות רגילות אך איכותן חשובה ביותר בעת צפייה בציפורים או בגרמי שמים. חברת William Optics מתמחה בייצור משקפות ED כמו גם משקפות של מותג קוסמוס.

משקל – משקל המשקפת הוא נתון חשוב מאין כמוהו. משקפת שתעיק על הצוואר תבטל את ההנאה שבצפייה. לכן, יש לבדוק את משקל המשקפת. מה יש להקפיד במשקפות גדולות:

האם קיימת אפשרות חיבור לחצובה? במקרה זה, חיבור לחצובה עשוי להקל מאוד את השימוש במשקפת ולא להכביד על היד.

מנשא מיוחד – קיימים מנשאים מיוחדים, הקרויים מנשאי רתמה, המעבירים את העומס לגב בצורה שהמשקפת לא תכביד.



מבנה המשקפת – משקפת עשויה מחומר קל, כמו סיבי פחמן או מגנזיום תהיה קלה הרבה יותר ביחס למשקפות אחרות מסוגה.

ואחרון חביב – האיכות. בשוק יש משקפות שדה רבות של יצרנים שונים. רצוי מאוד לבדוק את המשקפת בעין בטרם הרכישה. אם אי אפשר רצוי לקבל המלצות. רצוי לבדוק את המשקפת גם ביום. משקפת שהדמות הנראית בה ביום חשוכה, אפלולית, מטושטשת, מעוותת וכדומה, לא תשתפר באור פלא בלילה. קל יותר לערוך את הבדיקה בשעות היום כדי להתרשם מהמשקפת. כדאי לבדוק שהדמות לא עכורה אלא בהירה וצלולה לכל רוחב השדה. רצוי לכוון על קווים ישרים (תריסים) ולוודא שהם שומרים עם מקבילותם גם במשקפת ולא נוטים "להתעקם". רצוי לבדוק שסיבי גופים לא מתקבלת שבירה יתרה של אור (מצד אחד נראה הילה כחולה ומהצד האחר הילה אדומה). והחשוב ביותר – להביט מבעד למשקפת כמה דקות ולוודא שלא מקבלים סחרחורת (המשקפת לא מאופסת – "פוזלת") ושהיא לא כבדה מדי.

צילום אסטרונומי

לקריאה משלימה: http://www.cosmos.co.il/wfile/photo_menu.htm

הואיל והצילום האסטרונומי הוא תורה בפני עצמה, אזכיר כאן רק את הטכניקות הנפוצות ביותר. הבעיה הגדולה ביותר של צילום אסטרונומי, היא קביעת אורך זמן החשיפה, שהוא פרק הזמן בו הצמצם פתוח. זמן החשיפה נקבע בהתאם לכמה שיקולים:

בהירות השטח של גרם השמים אותו מבקשים לצלם - ככל שגרם השמים חיוור יותר, נדרש זמן חשיפה ארוך יותר. כפי שראינו בפרק הדין בבהירויות כוכבים, היחס בין זמני חשיפה של גרמי שמים בבהירויות שטח שונות, יהיה שווה בדיוק ליחס בין עוצמות האור שלהם. לדוגמה, אם זמן הצילום הנדרש עבור גוף בבהירות $M1$ הוא $T1$, אזי זמן החשיפה $T2$ שידרש לצלם גרם שמים שבהירותו $M2$, באותו הטלסקופ, יהיה:

יחס המוקד - זמן החשיפה תלוי, בראש ובראשונה, ביחס המוקד - ככל שיחס המוקד ארוך יותר, זמן החשיפה ארוך יותר. (למעט צילום מקורות אור נקודתיים, כדוגמת כוכבים, אז זמן החשיפה תלוי גם במפתח). היחס בין זמן חשיפה, בטלסקופ בעל יחס מוקד A , לבין זמן החשיפה הנדרש, בעת צילום של אותו גרם שמים, בטלסקופ בעל יחס מוקד B , יהיה:

מפתח הטלסקופ - מפתח גדול אינו מקצר בהכרח את זמן הצילום. אם נצלם גרם שמים בעל גדול זוויתי כלשהו בשני טלסקופים בעלי אותו יחס מוקד, מספר הפוטונים שיפלו על כל נקודה בסרט הצילום, בזמן חשיפה זהה, יהיה שווה בשני הטלסקופים (למעט צילום כוכבים שהם מקורות אור נקודתיים). זאת ראינו בפרק הקודם, כשגודלה של הדמות על מישור המוקד תלוי אך ורק באורך המוקד (נוסחה 10 - יב). אם נרצה לקבל במישור המוקד של הטלסקופ הקטן, דמות שגודלה (וכמובן - הפירוט שלה) על גבי סרט הצילום יהיה זהה לגודל הדמות המתקבלת בטלסקופ הגדול, יהיה צורך להאריך את אורך המוקד, ובכך להגדיל את משך זמן החשיפה (נוסחה 11 - ב).

מסננים - שימוש במסננים מאריך את זמן החשיפה. ככל שהמסנן צר יותר, תקטן כמות האור המגיע לסרט הצילום וזמן החשיפה יתארך.

אורות רקע - ככל שהסביבה מוארת יותר, יקטן אורך זמן החשיפה האפקטיבי. במקום יישוב מואר, זמני חשיפה מעל מספר דקות, ישחירו את סרט הצילום והתמונה תרד לטמיון כאשר הצילום נעשה בפילם. בצילום הדיגיטלי אפשר להתגבר על בעיה זו

שיטות לצילום אסטרונומי

צילום 'שק-קמח' (Piggyback)

זוהי טכניקת הצילום הפשוטה ובעלת הסיכויים הגדולים ביותר להצלחה וכשמה כן היא: מעמידים מצלמה, עם עדשה, על גבי טלסקופ ממונע, פותחים את הצמצם ומצלמים. ככל שהעדשה בה משתמשים היא בעלת אורך מוקד קצר יותר, שדה הראייה המתקבל גדול יותר. במצלמות המצוידות בעדשת 50 מ"מ, ניתן לקבל מראה פנורמי של שביל החלב והשמים, ללא צורך במאמץ מיוחד, לאחר מספר דקות חשיפה. ברם, צילום כזה ייעשה רק האזור חשוך לחלוטין, אחרת, התשליל יושחר בגלל אורות הרקע.

צילום גרמי שמים עמוקים במישור המוקד הראשי

צילום גרמי שמים עמוקים - ציבורי כוכבים, ערפיליות וגלקסיות, מחייב שימוש באורכי מוקד קצרים ככל האפשר, עקב בהירות השטח הנמוכה של עצמים אלה. המצלמה תוצב כך, שהסרט ימוקם במישור המוקד של הטלסקופ. למרבית הטלסקופים ניתן לחבר את רוב סוגי המצלמות הנפוצות בעזרת מתאמים המיועדים לכך. יש להקפיד לבחור מצלמה שבה קל למקד את הדמות בעזרת משטח מיקוד שאינו מחוספס ובעל שדה ראייה גדול (רצוי עם עינית). יש לזכור, כי לא תמיד רואים את גרם השמים המיועד לצילום מבעד למצלמה, ומכאן החשיבות של משטח המיקוד שלה. כתוצאה משדה הראייה הקטן, יחסית, של הטלסקופים הגדולים, יש צורך בתיקון מתמיד, של סטיות המנוע, סטיות הקיימות גם בטלסקופים המשוכללים ביותר. העקבה תעשה בעזרת עינית שבמרכזה צלב מואר (illuminated reticle eyepiece), בשתי צורות אפשריות:

טלסקופ מקביל - בשיטה זו מציבים טלסקופ ארוך מוקד על גב הטלסקופ אליו צמודה המצלמה. קוטר הטלסקופ המקביל אינו חייב להיות גדול, ובדרך כלל מסתפקים בקוטר 60 מ"מ. אולם, יש להקפיד שאורך המוקד של הטלסקופ המקביל, יחד עם העינית המוארת, יהיה ארוך יותר מאורך המוקד של הטלסקופ המצלם. לשיטה זו יתרון גדול, כיוון שהצלם חופשי לבחור כוכב כלשהו בשדה הראייה ולהינעל עליו. מאידך, ככל שהמרחק בין הצירים האופטיים של הטלסקופים גדול יותר, הזווית ביניהם תגדל ויעילות העקיבה תקטן.

צילום מוטה-ציר (off-axis) - בשיטה זו משתמשים במתקן מיוחד בו יש מראה קטנטנה, הממוקמת בשולי טבעת המחברת את המצלמה לגוף הטלסקופ. המראה מסיטה חלק מקרני האור אל העינית המוארת. בשיטה זו, המרחק בין הציר האופטי של הטלסקופ, למרכז העינית, קטן למינימום. ברם, חסרון גדול של השיטה - לא תמיד ניתן למצוא כוכב, בהיר דיו, בשולי שדה הראייה כדי לאפשר עקיבה.

הערה - ניתן להתקין מצלמת CCD במקום העינית המוארת, ותוכנת המחשב תינעל על הכוכב ותתקן את הסטיות בעקיבה. שיטה זו אפשרית רק בטלסקופים הניתנים להנחיה באמצעות CCD. הודות ליעילות הגבוהה של מצלמת ה-CCD, ניתן לעשות עקיבה גם על כוכבים חיוורים.

צילום כוכבי לכת וירח - צילום ירח וכוכבי לכת, שבהירותם גבוהה, יכול להיעשות גם בטלסקופים קטנים, ואין צורך בזמני חשיפה ארוכים. זאת, בניגוד לצילום גרמי שמים עמוקים, בו יש חשיבות ליכולת איסוף האור של הטלסקופ. הירח קל מאוד לצילום, וזמני החשיפה נמדדים בחלקי שניות. גם כוכבי לכת ניתן לצלם בזמני חשיפה קצרים, אך לשם קבלת דמות גדולה ומפורטת, יש להשתמש בעינית הממוקמת בין הטלסקופ למצלמה. יש המשתמשים לשם כך בעינית בארלו המאריכה את אורך המוקד של הטלסקופ. שיטה זו מכונה: **הטלה (projection)**, כיוון שהדמות מוטלת על מישור המוקד באמצעות עינית. אולם, זמן החשיפה מתארך ומצריך מנוע, גם אם לא מדויק במיוחד.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה - מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי

המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta - SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advanture, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה - רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230. דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

מצלמת ה- CCD

מקור השם - charge-coupled device שפירושו - התקן צימוד מטענים. זוהי מצלמה שנכנסה לשימוש מסחרי ומסיבי מאוד, גם בידי חובבים, עם ירידת מחירי הציוד האלקטרו-אופטי. מצלמת ה- CCD בנויה על העיקרון של שבב, עליו ישנה רשת תאים הרגישים לאור המכונים: **פיקסלים** (pixels). כאשר השבב נחשף לאור, כל פוטון הנופל על תא כזה, הופך למטען חשמלי. ככל שמספר הפוטונים הנופל על תא מסוים גדול יותר, כך יגדל המטען שבאותו תא. עם סיום הצילום, מועבר המידע על עוצמת המטען בכל תא ותא אל יחידת עיבוד, שמעבדת את המידע למידע ספרתי. המידע מועבר למחשב שהופך את המידע למידע חזותי. עם סיום התהליך, שאורך עשרות שניות לכל היותר, ניתן לראות את התמונה על צג המחשב.

היעילות של מצלמת ה- CCD בקליטת פוטונים על פני סרט צילום רגיל היא בכמה מאות ואף אלפי אחוזים. נתון זה משתנה בהתאם לטיב השבב של מצלמת ה- CCD וסוג סרט הצילום. בגלל רגישותה, מצלמת ה- CCD האסטרונומית, המתוכננת לזמני חשיפה ארוכים, יחסית, חייבת להיות מקוררת לכמה עשרות מעלות מתחת לטמפרטורת החדר. ככל שהטמפרטורה שבה מצויה המצלמה, נמוכה יותר, קטן הרעש בצילום, הנובע מהפוטונים הנפלטים על ידי החלקיקים המצויים באוויר. היעילות הגדולה של מצלמת ה- CCD על פני סרט הצילום, מאפשרת להקטין את זמני החשיפה לכמה עשרות שניות, עד מספר דקות.

ניתן לנצל את העובדה שהמידע האגור במצלמת ה- CCD הוא ספרתי ולעבד את התמונה כרצוננו. היתרון הגדול ביותר של יכולת העיבוד הספרתי הוא היכולת להפחית את אור הרקע של השמים (שהוא קבוע), ממספר הפוטונים המתקבל בכל תא ותא. באופן זה, גדלה הניגודיות של גרמי השמים. עקב כך מתאפשר צילום של ערפיליות חיוורות ביותר, גם מתוככי עיר מוארת מאוד.

לצילום באמצעות מצלמת ה- CCD יתרון גדול: אפשר לדעת, במדויק ובאופן מיידי, את מספר הפוטונים שנקלטו בכל תא ותא מתאי המצלמה. באמצעות תוכנות מחשב, פשוטות יחסית, ניתן לנתח את המידע שאצור בכל תמונה, ולהפוך אותו למידע אסטרונומי. על ידי הזנת קוטר הטלסקופ ואורך המוקד שלו לתוכנה מתאימה, ניתן להמיר את מספר הפוטונים, שנקלטו בכל תא, ליחידות של בהירות. כוכבים, ואילו את המרחק בין פיקסלים לתאר במונחי זווית הראייה ביניהם. דוגמאות לשימושים אפשריים של ניתוח מידע: מדידת בהירויות של גרמי שמים כגון כוכבים משתנים, אסטרואידים הסובבים סביב צירם ועוד. אסטרומטריה - מדידת מרחק זוויתי בין גרמי שמים, מיפוי עוצמות אור באזורים שונים של ערפיליות, גלקסיות, כוכבי לכת. המידע, האגור בצורה ספרתית, מאפשר את עיבוד התמונה ובאופן זה את שיפור איכותה, הגדלתה, הקטנתה, סיבובה סביב ציר, הצגת נתונים סטטיסטיים, היסטוגרמות ועוד. כל זאת, בעזרת תוכנות פשוטות, שחלקן זמינות ללא כל תשלום ברשת האינטרנט.

מכל אמור לעיל, ברור מדוע הפכה מצלמת ה- CCD לאביזר חיוני בבתי-ספר, במצפי כוכבים ולפריט חובה אצל חובבים המבקשים לבצע צילומים של גרמי שמים, גם מתוככי עיר מוארת, וזאת בזמני חשיפה קצרים. צילום של גרם שמים, באמצעות שלושה מסננים צבעוניים - כחול, ירוק ואדום, מאפשר, לאחר עיבוד מהיר, לקבל תמונה צבעונית בדיוק כמו בספרים' וכל זאת ללא צורך או תלות במעבדת צילום, סרטי צילום וחומרי פיתוח יקרים. להלן כמה נתונים החשובים בעת בחירת המצלמה והשימוש בה:

סוג ואיכות השבב - שבבים רגישים לתחומי גל שונים. יש לוודא מהי היעילות הקוונטית של השבב והיכן מצוי שיא הרגישות. יעילות הקוונטית היא אחוז המקרים שבהם הפוטון המגיע לשבב אכן נקלט ויוצר מטען חשמלי. יש שבבים שיעילותם הקוונטית קרובה ל-90% ויש כאלה שיעילותם כ-60%. גם לגודל השבב משמעות רבה - ככל שהשבב גדול יותר כך הוא יקלט שטח גדול יותר מפני השמים. לגודל התא הבודד בשבב יש משמעות כאשר יש צורך לצלם צילום בהפרדה גדולה, אך יש להתחשב במגבלות ההפרדה הזוויתית המינימלית של הטלסקופ וכן בתנאי הראות. לעתים, דווקא כדאי לצלם בשיטה שמחברת בצורה לוגית כמה פיקסלים לפיקסל יחיד (binning).

קירור המצלמה - כדי להפחית את הרעש הנוצר על ידי אלקטרונים המצויים בסביבת השבב יש לקרר את המצלמה. במצלמות CCD מקצועיות יש מנגנון אלקטרוני המקרר את סביבת השבב או שהן מקוררות בחנקן או הליום נוזלי. ככל שקירור השבב יעיל יותר, כך מתאפשר צילום ארוך יותר כאשר הרעש התרמי מופחת. במצלמות ייעודיות יש רישום של טמפרטורת השבב בעת הצילום וכן משך הצילום.

חשיפת "חושך" - טכניקה שבה מצלמים בדיוק באותו זמן חשיפה ובאותה טמפרטורה שבה צולמה התמונה, אך כאשר השבב מכוסה. שיטה זו הקרויה "תמונת חושך" (Dark Frame) נועדה להפחית את הרעש התרמי מהצילום.

צילום באמצעות מסננים - שיטה זו מקובלת על ידי הצלמים המקצועיים ובסיסה שימוש בשבב מונוכרומטי, כאשר קבלת תמונת הצבע נעשית על ידי שימוש לסירוגין במסננים באור כחול, צהוב ואדום (RGB). באופן זה הפרדת הצבעים טובה יותר (במצלמה צבעונית, כל מערך של 2x2 פיקסלים יוצר פיקסל צבע אחד בומצלמה מונוכרומטית, כל פיקסל יוצר פיקסל צבע אחד. כך הפרדת הצבעים גדולה פי 4. באותה מידה מתאפשר שימוש במסננים ייעודיים, המעבירים רק אורכי גל מיוחדים הנפלטים מאטומים מעוררים. באופן זה אפשר לקבל אור הנפלט רק מאזורים מסוימים בהתאם לפיזור החומר ורמת האנרגיה שלו. מסננים נפוצים הם באורכי גל של מימן, גפרית, חמצן (H α , H β , SII, OIII).

צילום באמצעות מצלמה ביתית דיגיטלית

סוג זה של צילום הולך וכובש נתח חשוב בצילום הנעשה בידי חובבים. בעבר, צילום במצלמת פילם היתה השיטה הקלאסית לצילום גרמי שמים. היום סרט הצילום הוחלף בשבב המצוי במצלמה הדיגיטלית, אם כי רצוי לצלם על ידי מצלמת רפלקס, שבה הטלסקופ משמש כעדשה ראשית. השבב המצוי במצלמות הדיגיטליות רגיש יותר מסרט הצילום והוא זהה לאלה המצויים במצלמות ה- CCD. ההבדל העיקרי הוא שבמצלמות ביתיות השבב הוא צבעוני, אינו מקורר ולכן אינו יכול לשמש לחשיפות ארוכות בגלל התחממות שבה הצילום שבעת חימומו פולט קרינה הנקלטת על ידי השבב ויוצרת רעש. יתרה מזו, השבבים המצויים במצלמות הביתיות מכוסות במסנן תת-אדום. מסנן זה יעיל לצילומים נוף וטבע אך מפחית במידה ניכרת את אורכי הכל האדומים החשובים בצילום האסטרונומי. יש מעבדות המסירות את המסנן אך פעולה זו כרוכה בהוצאה כספית.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה - מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta - SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה - רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

צילום כוכבי לכת באמצעות מצלמה מהירה

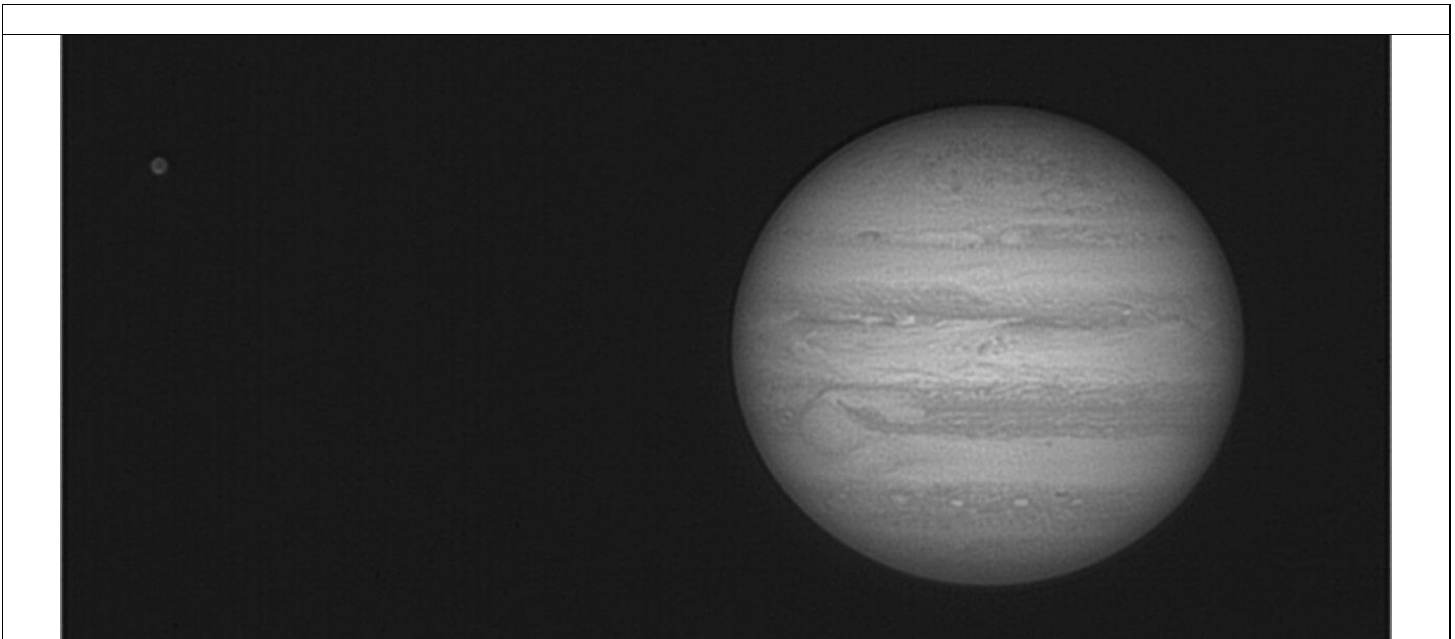
הצילום של כוכבי לכת וירח בעייתי בגלל העובדה שכאן אנו רוצים לקבל פרטים חדים ככל האפשר על פני קווי גופים אלה. אף על פי שגופים אלה קרובים, הבעייה העיקרית של צילום גופים אלה היא האטמוספירה, שאי יציבותה אינה מאפשרת לנו צילום ממועד וקבלת חדות. דמו לעצמכם שבמשך שנייה אחת של צילום, מתקבלות על שרב המצלמה קרנים המגיעות מהגוף אותו אנו מצלמים ממקומות שונים בגלל תנועת האטמוספירה. ריצוד הכוכבים בשמים מדגים היטב את השפעת האטמוספירה.

עם ההתקדמות הטכנולוגית הגדולה מאוד בשנים האחרונות חלו שתי התפתחויות שהפכו את הצילום של כוכבי לכת וירח למדויק יותר, עם אפשרויות להוציא פרטים עדינים ביותר על כוכבי הלכת, הירח ואף על פני הירחים הגדולים של צדק.

1. השבבים הפכו רגישים יותר, מה שמאפשר קבלת מספיק אור מהגוף אותו אנו מצלמים בחשיפות קצרות ביותר של מילי שניות.
2. אפשרות לצילום של מספר גדול מאוד של תמונות וידאו, עד כמה מאות תמונות בשנייה.

השילוב של שתי האפשרויות מאפשר לנו לצלם סרטוני וידאו במשך כמה שניות, כאשר בכל שניה עשרות ומאות תמונות. לכן, בכמה שניות אפשר לקבל אלפי תמונות, שכל אחת צולמה בפרק זמן זעיר, ה"מקפא" את רעידות האטמוספירה. לאחר קבלת הסרטון, מפרקים אותו לאלפי תמונות המפרידות אותו, ובאמצעות תוכנות (רובן ככולן תוכנות חינמיות כ- Rgistax) מחברים את אלפי התמונות לתמונה אחת.

בשתי התמונות שלפניכם לראות שתי תמונות – האחת של כוכב הלכת צדק וירחו קליסטו (משמאל) כפי שהוא נראה לפני העיבוד ובשנייה לאחר הדבקה של אלפי תמונות זו לזו (צילום: יגאל פת-אל, טלסקופ Meade 16" IX200 (אורך מוקד 8000 מ"מ), מצלמת ZWOptical ASI120MM. מורכב מסך של 3500 תמונות.



כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

פלנטריומים ואביזרי הדגמה

לקריאה משלימה: http://www.cosmos.co.il/wfile/plan_menu.htm

פלנטריומים ומכשירי הדגמה נועדו לדמות את כיפת השמים ואירועים במערכת השמש ללא שימוש בטלסקופ, בחד סגור. יש שני סוגים של מכשירי הדמייה:

המראים את מצב השמים

מדגימים תופעות במערכת השמש

מכשירי ההדמייה מהסוג השני מדגימים בדרך כלל תופעות המתרחשות במערכת השמש, כמו מופעי הירח, ליקויים, סדור כוכבי הלכת במערכת השמש וכן את המערכת הקופרניקנית והגיאוצנטרית. מטבע הדברים, אי אפשר לשמור על קנה מידה נכון או אפילו מייצג של הגופים המודגמים במכשירי ההדגמה ולכן לעתים הם עשויים להטעות. אחת הדוגמאות הקלאסיות הם מכשירי ההדגמה של מופעי הירח והליקויים. מכשירים אלה מכילים בדרך כלל את כדור הארץ כשסביבו הירח ושניהם סובבים סביב השמש, כאשר לעתים יש המוסיפים גם את נוגה או כוכב חמה. מכשירים אלה עשויים להיות ממנועים חשמלית או ידנית. למכשירים אלה שתי בעיות עיקריות. הנובעות מקנה המידה השגוי:

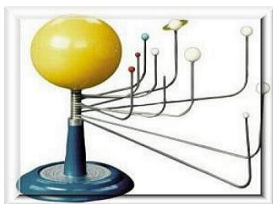
הם אינם ממחישים את הליקויים

אינם ממחישים את מופעי הירח

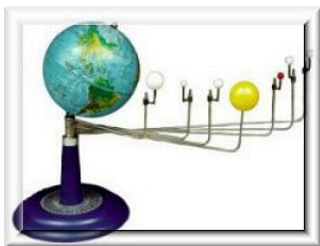
שתי הבעיות נובעות מכך שעקב אי האפשרות ליצור מתקן בעל קנה מידה נכון, ברוב המכריע של מכשירים אלה נותר ליקוי חמה בכל מולד וליקוי ירח בכל מילוא. מכאן נובעת גם הסיבה לטעות השניה – כיוון שבכל מילוא כדור הארץ מצוי בין הירח לשמש, לא יתכן מילא אלא רק ליקוי חמה. כמובן שאפשר להתגבר על כך כאשר יוצרים מודל שבו הירח סובב סביב כדור הארץ במסלול שהוא נטוי למישור המילקה, אלא שנכון לכתיבת שורות אלה, מודלים מסחריים כאלה נדירים ביותר או שלא קיימים. יתרה מכך, גם אם הרח ינוע במסלול שהוא נטוי למישור המילקה, עדיין יהיה צורך במודל גדול מאוד שבו יהיה אפשר להדגים ליקויים חלקיים או ליקויים מלאים.

כיוון שמודלים אלה עשויים לגרום לתפיסות שגויות בתחום הוראת האסטרונומיה, אנו ממליצים להימנע ממודלים המדגימים את ליקויי החמה או את מופעי הירח ולהסתפק או בשרטוטים קיימים הממחישים נכון את התופעות או בתוכנות מחשב המדגימות את שתי תופעות הטבע האלה. דרך נוספת היא ליצור מודלים כאלה עם התלמידים, באופן שיענו על הצורך להדגים בצורה נאמנה את שתי התופעות. מעבר ליתרון הדידקטי שלהם יש כמובן יתרון בחסכון בעלויות כאשר מקימים מודל באופן משותף על תלמידים.

מודלים המדגימים את מערכת השמש



מודלים אלה פשוטים יחסית. הם מבוססים על העיקרון של השמש במרכז המודל וסביבה נעים כוכבי הלכת לפי הסדר. חסרונם של מודל זה הוא בקנה המידה המעוות של המרחקים שבין כוכבי הלכת ובחוסר קנה המידה בין גודל כוכבי הלכת למרחקם מהשמש.



המודל השני הוא המודל הגיאוצנטרי שבו כדור הארץ מצוי במרכז המודל וסביבו כוכבי הלכת, השמש והירח, כאשר מודגמת תנועת האפיציקלואידה של כוכבי הלכת סביב כדור הארץ. גם מודל זה אינו מדויק מבחינת קנה מידה אך כיוון שהוא נועד להמחיש מודל שגוי מעיקרו, שמראש לא נבנה לפי קנה המידה הנכון, אי הדיוק בקנה המידה אינו משמעותי לצורך המחשת המודל הגיאוצנטרי.

גם כאן, הפתרון היעיל והזול ביותר הוא ליצור את המודל עם התלמידים.

בנו מודלים במו ידיכם!

פלנטריומים

פלנטריומים הם שם כולל עבור מכשירי הדמייה המקרינים את כיפת השמים על תקרה או על כיפה ייעודית. הפלנטריומים מגיעים במגוון גדלים, החל מפלנטריומים ביתיים, המקרינים על תקרת החדר, ועד פלנטריומים המוצבים במוזיאונים הגדולים בעולם.

הפלנטריומים מקרינים בדרך כלל את כוכבי השבת, בדרך כלל לפי הופעתם בשמים בהתאם לעונות השנה. הפלנטריומים האופטיים הפשוטים אינם מקרינים את כוכבי הלכת כיוון שאלו משנים את מיקומם ביחס לכוכבי השבת, תכונה שקשה ליישמה בפלנטריומים אופטיים פשוטים. בפלנטריומים דיגיטליים לעומת זאת, אפשר להראות את מצב השמים כולל מיקום כוכבי השבת הואיל ואלה מקרינים תוכנת מחשב.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי

המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

ההקרנה על כיפה

למעט פלנטריומים ביתיים המקרינים על תקרה, המקרנים שמטרתם דידקטית מקרינים על כיפה. חשוב להעיר שחתך הכיפה חייב להיות חתך של חצי כדור כדי שידמה באופן הנכון את כיפת השמים.



כל כיפה שאינה בעלת חתך כדורי וגובהה קטן מקוטרה, אינה מיועדת לתצוגות פלנטריום, בייחוד שמטרתן דידקטית! כל המקרין את כיפת השמים על כיפה שאינה בעלת חתך של חצי כדור מחטיא את מטרת הפלנטריום!

ישנם שלש סוגי פלנטריומים עיקריים:

פלנטריומים אופטיים

פלנטריומים דיגיטליים

פלנטריומים היברידיים

פלנטריומים אופטיים

פלנטריומים אלה מבוססים על עיקרון הקרנת השמים על ידי מכשיר אופטי המבוסס על מנורה וגוף מחורר, או מודפס. כיום יש פלנטריומים המקרינים את השמים על ידי נורה המצויה בתוך שקף המוגלגל לצורת גליל מסביב לנורה. על השקף מודפסת מפת השמים ואור הנורה החודר מבעד להדפס הכוכבים מקרין את מיקומם על השמים.



מימין: פלנטריום ביתי המקרין על תקרה שטוחה. משמאל – פלנטריום אופטי כדורי המיועד להקרנה על כיפה

פלנטריומים מקצועיים יותר עשויים בצורה של כדור, שבו שתי כיפות השמים, הצפונית והדרומית. בכדור המתכת מחוררים חורים בהתאם לבהירות הכוכבים ומיקומם בשמים. הנורה המצויה בתוך הכדור מאירה ואורה חודר מבעד לחורים ומקרין את דמויות הכוכבים. כיוון שצורת הפלנטריומים הכדורים תואמת את החתך הכדורי של שתי כיפות השמים, ההדמיה נכונה יותר בעיקר באזור הקטבים. לשני סוגי הפלנטריומים אפשר להוסיף מקרנים המקרינים את דמויות כוכבי הלכת, השמש והירח.

ככל שהפלנטריום משוכלל יותר, גדלות אפשרויות השימוש בו. בפלנטריומים אופטיים מקצועיים, המוצבים במוזיאונים ובמרכזי פלנטריומים חשובים, המקרין מצויד במערכת מכנית של גלגלי שיניים, המקרינה את דמות כוכבי הלכת ואת תנועתם בשמים בדיוק לפי תנועתם בתאריך הרצוי, כולל הדמיה של תנועתם הקדומנית והאחורית. כמו כן יש אפשרות להצגת השמים בתאריכים שונים המתחשבים גם בנקיפת הקטבים. כמובן שכל שאיכות המקרין גדלה, כך גדלה איכות תמונת השמים וכוכבי הלכת המוקרנים מבעדו.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan, QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

פלנטריומים דיגיטליים

העיקרון של פלנטריומים דיגיטליים מבוסס על הקרנה של הדמיות המתקבלות על ידי תוכנת מחשב. הפלנטריומים הדיגיטליים הפשוטים מקרינים בדרך כלל תוכנת מדף, כאשר את מסך המחשב מחליפה עדשת עין דג המקרינה את כיפת השמים על כיפת הפלנטריום. כיוון שמדובר במחשב, אפשר להוסיף סרטים, תמונות ואף סרטים המדמים חווית תלת-ממדית. **הפלנטריומים המקצועיים מבוססים על תוכנות ייעודיות שפותחו עבורם, הכוללות פונקציות רבות ושליטה ישירה על התוכנה. מרבית עלות הפלנטריומים הדיגיטליים היא התוכנה והאפשרויות הגלומות בה.**



חשוב לזכור שהפלנטריומים הדיגיטליים הם מקרן סטנדרטי המקרין מבעד לעדשת עין דג. לכן, איכותם של פלנטריומים דיגיטליים המבוססים על מקרן יחיד תהיה פחותה מאיכות המתקבלת בפלנטריומים אופטיים, אולם עושר ההדמייה המבוססת על מחשב אמורה לפצות על הירידה באיכות האופטית. בפלנטריומים מקצועיים ההקרנה מתבצעת על ידי 3 מקרנים לפחות המקרינים סימולטנית את כיפת השמים, כל מקרן מקרין לגזרה אחרת ובכך מושגת איכות גבוהה ביותר. הבעיה של מקרנים אלה היא בעלותם הגבוהה הנאמדת בכמה מאות אלפי דולרים.

מקרנים היברידיים

מקרנים אלה משלבים למעשה את היתרון של האיכות האופטית המושגת במקרן אופטי עם האפשרות להקרנת סרטים ותמונות. הפלנטריומים ההיברידיים המקצועיים משלבים כמה מקרנים עם פלנטריום אופטי קלאסי. אולם אפשר להפוך גם מקרן פלנטריום סטנדרטי המיועד להקרין על כיפת פלנטריום למקרן היברידי על ידי הוספת מחשב נייד עם מקרן המקרין סרטים ותמונות על כיפת הפלנטריום בד בבד עם המצגת האופטית.

כיפת הפלנטריום

כאמור, פלנטריומים ביתיים פשוטים מקרינים את פני השמים על תקרת החדר. הללו אינם בנויים מלכתחילה להקרין על כיפה. לכן, כאשר אנו מבקשים לבצע הקרנה של מופע פלנטריום אנו מקרינים על שני סוגי כיפות:

כיפה קבועה

כיפה מתנפחת



הכיפה הקבועה כשמה כן היא – תלויה על תקרת החדר. כמובן שקוטר התקרה תלוי בעצמת המקרן וכמובן בתקציב.

למעט פלנטריומים ביתיים המקרינים על תקרה, המקרנים שמטרתם דידקטית מקרינים על כיפה. חשוב להעיר שחתך הכיפה חייב להיות חתך של חצי כדור כדי שידמה באופן הנכון את כיפת השמים. **כל כיפה שאינה בעלת חתך כדורי וגובהה קטן מקוטרה, אינה מיועדת לתצוגות פלנטריום, בייחוד שמטרתן דידקטית! כל המקרין את כיפת השמים על כיפה שאינה בעלת חתך של חצי כדור מחטיא את מטרת הפלנטריום! כמו כן, חשוב ביותר להקפיד על כך שפנים הכיפה צבוע בצבע מיוחד המיועד למסכי הקרנה.**

קוטר של כיפה קבועה עשוי לנוע משלושה מטרים ויותר.

כיפה קבועה מויניל, חברת GOTO

כיפה מתנפחת



פתרון זה נועד להקנות מסך בעל חתך כדורי כאשר אין בנמצא חלל שאפשר להקצותו לכיפה קבועה או כאשר מבקשים להשתמש בפלנטריום להצגות פלנטריום נודדות. חשוב מאוד שהכיפה תהיה עשויה מחומר עמיד כיוון שיש לקחת בחשבון בלאי הכרוך בניפוח, שינוע והמוני צופים הנכנסים ויוצאים מהכיפה. כמו כן רצוי להקפיד שפנים הכיפה יהיה צבוע בצבע המיוחד למסכי הקרנה.

כיפה מתנפחת. חברת Quim Guixa

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נספח ג

פרקי מבוא

מתוך – המדריך להכרת השמים, מאת ד"ר יגאל פת-אל, הוצאות קוסמוס טלסקופים

<http://cosmos.co.il/forum/indexfm2.asp>



כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

פרק א' כיפת השמים

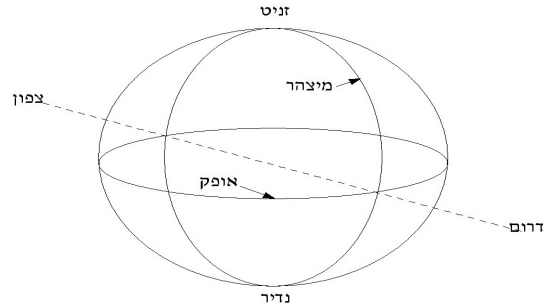
המאמר השלם, כולל תרגולים עבור תלמידים נמצא בדף: http://education.org.il/education/lab_edu_a.htm

בפרק זה, נכיר את כיפת השמים שמסביבנו ונלמד כיצד ניתן לזהות ולתאר גרמי שמים על פני השמים.

בשלב הראשון, יש להכיר את הכיוונים החשובים כמרחב:

נביט מסביבנו - אנו רואים את האופק: מעגל האופק מקיף אותנו כמעגל שלם. אמנם, ישנם תוואי נוף המסתירים לנו את קו האופק - הרים, יערות, גבעות וביניים גבוהים - אך נדמיין לעצמנו, לו היינו עומדים על הר גבוה מאוד, או שטים לנו על גבי אניה בים הפתוח, כי אז היינו רואים את האופק כמעגל מושלם מסביבנו.

מימין: האופק, הזניט והנדיר. האופק הוא המעגל המקיף את הצופה ב-360 מעלות. הזניט היא הנקודה המצויה מעל הצופה. הקו הנמתח בין הזניט והנדיר מאונך לאופק. המצאה הוא המעגל הגדול החוצה את הכדור השמימי שהוא מאונך לאופק, עובר בזניט, בדרום ובצפון ביחס לצופה.



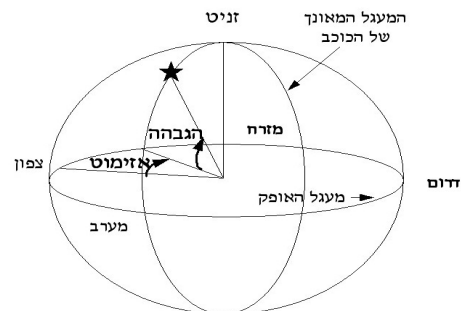
כיוון שהאופק מתווה מעגל גדול מסביבנו, אנו צריכים לקבוע לנו מספר כיוונים במרחב כדי להיטיב להתמצא. מסיבה זו, חילק האדם את המרחב לארבעה כיוונים - הצפון ומולו הדרום, רבע מעגל ימינה מהצפון זהו המזרח וממולו המערב.

בישראל, קל למצוא את כיווני רוחות השמים: השמש עולה במזרח ושוקעת במערב. בישראל, בשעת הצהריים (בערך בשעה 12), השמש מצויה בכיוון דרום. לעזרתנו בא גם המצפן, המצביע לכיוון צפון.

כעת, נגביה את מבטנו עד לנקודה מעל הראש: זו הזניט, שמתארת את המקום הגבוה ביותר בכיפת השמים.

מימין - האופק, הזניט, המצאה ושונות הרוחות. מודדים את גובה הכוכב מעל האופק בזווית אופקית שבסיסה הצופה, הנמדדת מהצפון לכיוון מזרח (אזימוט).

ההגבהה היא גובהו של הכוכב הנמדד בזווית שבסיסה בצופה, הנמדדת מהאופק לכיוון הזניט (זווית ההגבהה היא המיתר על המעגל המאונך של הכוכב שמאונך לאופק ועובר דרך הכוכב והזניט).



כדי לתאר מיקום של גרם שמים על כיפת השמים, אנו יכולים להיעזר בארבעת רוחות השמים - אנו נתאר את כיוונו במרחב כשהוא נמדד מהצפון לכיוון מזרח, במעלות קשת. מעגל האופק השלם מתווה 360 מעלות. מרחק המזרח מהצפון הוא 90 מעלות, 90 מעלות נוספות ואנו מביטים לכיוון דרום, 90 מעלות נוספות ואנו מביטים לכיוון מזרח ו-90 מעלות נוספות, השלמנו מעגל שלם ואנו מביטים שוב לכיוון צפון. תיאור כזה של כיוון באמצעות זוויות נקרא - אזימוט.

את הגובה של גרם השמים, אנו מתארים באמצעות זווית הנמדדת מהאופק לכיוון הזניט. הימאים משתמשים במכשיר המכונה - סקסטנט, אך בעת הצורך, ניתן גם להשתמש באצבעות הידיים כדי למדוד מרחקים בין גרמי שמים.

המרחק הנמדד במונחים זוויתיים בין גרמי שמים בפרט, ותוואי נוף כלשהו בכלל, מכונה - מרחק זוויתי והוא נמדד במונחים של מעלות קשת, להבדיל מיחידות מידה אחרות כגון קילומטרים ומטרים.

רשימת מושגים

אופק שמימי - מעגל גדול, החוצה את כיפת השמים לשניים והוא מקום מפגשו של מישור האופק, המשיק לצופה, עם כיפת השמים, המצויה באינסוף.

זווית הראייה - זווית הנוצרת בין שני עצמים והעין או בין שני הקצוות של עצם כלשהו והעין. מודדים את זווית הראייה במעלות, דקות ושניות קשת. נהוג להשתמש במונח 'גודל זוויתי' שמתאר את זווית הראייה שבה נראה גרם שמים לעינינו.

זניט - הנקודה המצויה ברום השמים - ממש מעל הראש, המרוחקת מכל נקודה שעל האופק במידה שווה.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה - מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי

המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta - SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,

SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerfive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

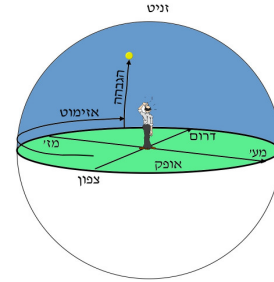
אולם תצוגה - רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

מערכת הקואורדינטות האופקית (אזימוטלית) – מערכת קואורדינטות שאחד מציריה מקביל לאופק והשני מאונך לו.

אזימוט – זווית אופקית, הנמדדת מהצפון לכיוון מזרח, במערכת הקואורדינטות האופקית.

הגבהה – זווית ההגבהה, הנמדדת במאונך לאופק לכיוון הזניט, במערכת הקואורדינטות האופקית.

מימין: מערכת הקואורדינטות האופקית (אזימוטלית), הזניט, והזווית האופקית בה נמדד מיקום הכוכב ביחס לצפון (אזימוט) ומהאופק לכיוון הזניט (הגבהה).



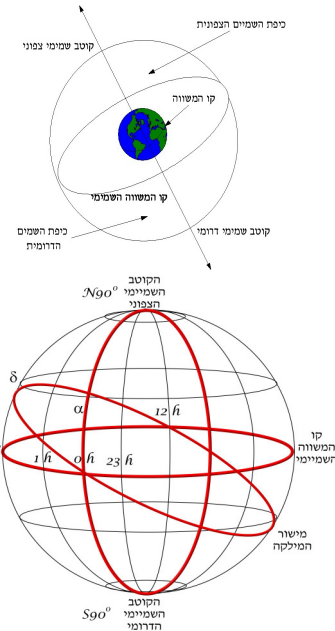
מישור המילקה – המישור בו מקיף כדור הארץ את השמש וכן מסלול תנועתה המדומה של השמש על פני כיפת השמים. (ראו בהרחבה פרק ב').

מערכת הקואורדינטות המשוונית – מערכת קואורדינטות המקבילה בדיוק למערכת קווי האורך והרוחב של כדור הארץ (בהנחה שכדור הארץ הנו כדור מושלם).

נטייה – שמש של קווי הרוחב במערכת המשוונית. נמדד מ-0 (קו המשווה השמימי) ל-90+ (קוטב שמימי צפוני) או ל-90- (קוטב שמימי דרומי).

עלייה ישרה – שם של קווי האורך במערכת המשוונית. נמדדים מקו אורך 0 לכיוון מזרח. כדי להתאים בין מערכת זו לסיבוב היומי של כיפת השמים, העלייה הישרה נמדדת במונחים של שעות כאשר כל 15 מעלות = שעה אחת. לכן, העלייה הישרה מקבלת ערכים בין 0h ל-24h

מימין: כיפת השמים ומערכת הקואורדינטות המשוונית ביחס לכדור הארץ.



מימין: מערכת הקואורדינטות המשוונית והקטבים השמימיים. באיור זה הקטבים השמימיים מאונכים לקו המשווה השמימי, אך גובהו של הקוטב השמימי מעל האופק משתנה מצופה לצופה. מישור המילקה יוצר זווית של 23.5 מעלות בקירוב בינו לבין קו המשווה השמימי כתוצאה מנטיית ציר סיבוב כדור הארץ ביחס לצופה.

מצהר – מעגל מאונך, העובר דרך שלוש נקודות – הצפון, הזניט והדרום. קו המצהר מחלק את כיפת השמים לשני חצאים – המערבית והמזרחית. שמו של קו המצהר בא לו עקב העובדה כי השמש חוצה אותו בצהרי-היום, כאשר היא מצויה בנקודה הגבוהה ביותר במסלולה היומי על פני כיפת השמים. לפיכך, מכונה קו המצהר גם בשם – קו הצהריים ובלועזית – המרידיאן.

נדיר – היפוכה של הזניט – הנדיר היא המשכו של האנך, המאונך למיקום הצופה, העובר דרך מרכז כדור הארץ, אל כיפת השמים המצויה 'מתחת' לצופה ומרוחקת מכל נקודה שעל האופק מרחק שווה.

קו המשווה השמימי – המעגל, החוצה את כיפת השמים בדיוק בין שני הקטבים השמימיים והוא מקביל לקו המשווה של כדור הארץ.

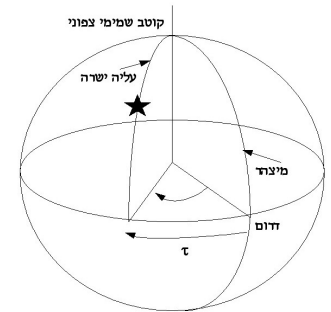
קוטב שמימי – מקום מפגש דמיוני בין המשך ציר סיבוב כדור הארץ לכיפת השמים. מהווה את קו הרוחב 90 במערכת הקואורדינטות המשוונית. זווית השעה – בגלל סיבוב כדור הארץ סביב צירו, נעים הכוכבים על כיפת השמים. במערכת קואורדינטות משוונית, זווית השעה מתארת את המרחק הזוויתי שעבר הכוכב מהמצהר מערבה. באיור הבא מתוארת זווית השעה באות ז.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

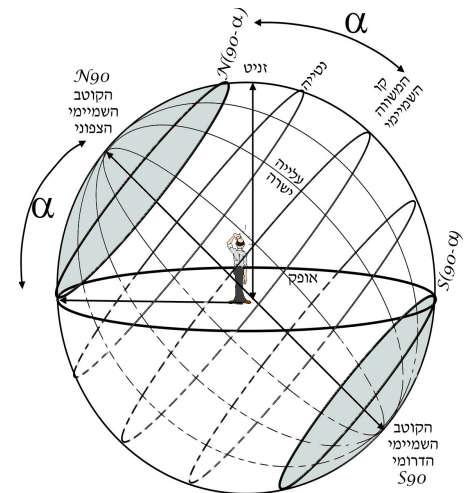
אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

מימין: מיקומו של כוכב במערכת הקואורדינטות המשווניות. שימו לב - המצאה הוא המעגל המאונך לאופק, העובר בדרום, בצפון ובזניט (אינה נראית בציור כיוון שהיא נמדדת רק ביחס לצופה). זווית השעה (τ) היא המרחק הזוויתי אותו עבר הכוכב מהמצאה לכיוון מערב.



כוכבים סובבי קוטב - כל הכוכבים המצויים במעגל, שרדיוסו הזוויתי α , ומרכזו בקוטב השמימי הצפוני שלא ישקעו עבור צופה המצוי בקו רוחב α על כדור הארץ.

מימין - מערכת משוונת ביחס לצופה. הזווית α מצינת את קו הרוחב של הצופה (עבור מרכז ישראל $\alpha=32^\circ$). גובהו של הקוטב השמימי מעל האופק זהה לקו הרוחב של הצופה. לכן, גובהו עבור צופה במרכז ישראל יהיה 32° . כל הכוכבים המצויים בקווי רוחב שבין הקוטב השמימי פחות קו הרוחב של הצופה (בישראל - כל הכוכבים המצויים על נטייה שבין 90° ל- 58°) $90^\circ-32^\circ$ הם כוכבים סובבי קוטב ולעולם לא ישקעו. הזווית בין קו המשווה השמימי לזניט תהיה שווה אף היא ל- α ואילו כל הכוכבים המרוחקים בזווית α מהאופק הדרומי לעולם לא יראו עבור צופה מישראל. כל יתר הכוכבים יראו רק חלק מהלילה, כאשר הם זורחים במזרח, שוקעים במערב ובשיא רומם על כיפת השמים הם מצויים במצאה. שימו לב לקשתות שיוצרים מסלולי כוכבים המצויים בנטיית שונות על פני כיפת השמים - ככל שנטיית הכוכב צפונית יותר, כך יגדל אורך הקשת שהוא מתווה על פני כיפת השמים.



כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה - מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta - SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה - רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

פרק ב'

היממה ועונות השנה

המאמר השלם, כולל תרגולים עבור תלמידים נמצא בדף: http://education.org.il/education/lab_edu_b.htm

היממה, עונות השנה, כל אלו הינן כתוצאה מסיבוב כדור הארץ סביב צירו וסביב השמש. כדור הארץ מבצע כמה תנועות בו זמנית בחלל. תנועות אלה הן מחזוריות וכתוצאה מהן נגזרים מונחי זמן קצובים:

היממה – פרק זמן הנובע כתוצאה מסיבוב כדור הארץ סביב צירו וכן מהעובדה שבמהלך הסיבוב סביב צירו הוא מפנה חלקים שונים מפניו לכיוון השמש. זו מידת הזמן המחזורית הבסיסית ביותר הנגרמת מתנועות כדור הארץ. כאשר צד מסוים של כדור הארץ פונה אל השמש במהלך היממה, אזי אותו צד מואר בקרני השמש ובאותו צד שורר "יום". כאשר צד מסוים של כדור הארץ פונה מהשמש והלאה במשך היממה, הוא מוצל מקרני השמש ובאותו צד שורר "לילה". בזכות האטמוספירה של כדור הארץ, השוברת את קרני השמש ומאפשרת בכך לקרני השמש להאיר את שמי הצד המוסתר מפני השמש גם כאשר השמש מצויה מעט מתחת לאופק, המעבר בין יום ולילה אינו חד והוא הדרגתי. השלבים ההדרגתיים שבין אור שמש מלא כאשר היא מצויה מעל האופק לבין חשכת הלילה הם דמדומי הערב ודמדומי הבוקר.

משך היממה הממוצעת נקבע על 24 שעות, אך בפועל כדור הארץ משלים הקפה אחת סביב צירו אחת ל-23 שעות ו-56 דקות בקירוב. ההפרש בין היממה הממוצעת בת-24 שעות לבין פרק הזמן האמיתי שבו לוקח לכדור הארץ להשלים הקפה אחת סביב צירו נובע מהתנועה השנייה שלו:

הקפת הארץ את השמש – תנועה זו, היא הבסיס ליחידת הזמן השנייה הנובעת מתנועת כדור הארץ, וזמן המחזור שלה הוא שנה (כ-365.25 יממות בקירוב). בגלל סיבוב כדור הארץ סביב השמש נוצר גם הבדל בין אורך היממה הנמדד לפי מיקום השמש על כיפת השמים, לבין סיבוב כדור הארץ סביב צירו. הפרש זה נובע מחלק המעגל של מסלולו של כדור הארץ סביב השמש אותו הוא עובר ביממה אחת. חלק זה שווה ל-1/365 של המעגל ואם ממירים אותו לחלקים של 24 שעות מתקבלות 4 דקות (1/365 של 24 שעות). אם נמדוד את פרק הזמן של שני מעברים רצופים של השמש בקו המצאה, אנו נקבל 24 שעות בממוצע, כי מדידה זו מכילה הן את סיבוב כדור הארץ סביב צירו והן את הפיצוי בזמן כתוצאה מסיבובו סביב השמש.

וכיצד נמדוד את סיבוב כדור הארץ האמיתי סביב צירו? ובכן, את זאת אפשר למדוד ביחס לגופים המצויים כה רחוק, שמידת התנועה היומית של כדור הארץ סביב השמש זניחה ביחס למרחקם אלינו. אלו הם הכוכבים. אם נמדוד את פרק הזמן החולף בין שני מעברים של כוכב כלשהו במצאה, נקבל את משך סיבוב כדור הארץ המדויק. לכן, פרק זמן זה קרוי – היממה הכוכבית.

האם משך היממה השמשית, זו הנמדדת על ידי שני מעברים עוקבים של השמש במצאה, יהיה תמיד 24 שעות? ובכן, התשובה היא לא וסטייה זו נובעת מ צורת מסלולו של כדור הארץ סביב השמש שאינו כדור מושלם אלא מעין אליפסה וכן בגלל העובדה שמסלול השמש על כיפת השמים אינו מתלכד עם קו המשווה השמימי משך היממה האמיתי אינו שווה במשך השנה. לו כדור הארץ היה מקיף את השמש במעגל מושלם וציר הסיבוב שלו סביב צירו היה מאונך למישור הסיבוב, משך היממה השמשית היה אכן 24 שעות. כתוצאה מצורת מסלולו סביב השמש, יש הפרשים של כ-15 דקות באורך היממה השמשית האמיתית לזו הממוצעת. סטייה זו היא הבסיס העומד מאחורי תכנון נכון של שעוני שמש. השינוי באורך היממה האמיתי מול אורך היממה הממוצעת בן 24 שעות קרוי "משוואת הזמן".

כתוצאה מצורת ואופן הקפת כדור הארץ את השמש נקבעות גם עונות השנה. כתוצאה מנטיית ציר סיבוב כדור הארץ ביחס למישור הסיבוב שלו, משתנה גם מסלולה של השמש על כיפת השמים – בקיץ היא מתווה קשת ארוכה יותר על כיפת השמים מאשר בחורף. בעת הצהירה גובהה מעל האופק גדל בקיץ מאשר בחורף. כתוצאה מכך נגרמות שתי תופעות:

משך החלק המואר מסך היממה גדל. לכן הימים בקיץ מתארכים (יש לזכור שהכוונה במושג יום הוא משך השמן ששורר יום מתוך היממה כולה).

בקיץ השמש מצויה זמן רב יותר מעל האופק במשך היממה וגם גובהה מעל האופק גדול יותר בעת הצהירה, לכן היא מחממת באופן יעיל יותר את פני הקרקע. מסיבה זו בקיץ חם.

ומה לגבי פחיסות מסלול כדור הארץ סביב השמש? ובכן, לעובדה זו השפעה זניחה ביותר על עונות השנה. התפיסה השגויה שפחיסות המסלול היא הגורם העיקרי לעונות השנה נובעת מהעובדה שהאיוורים ברוב הספרים המתארים את מסלול כדור הארץ סביב השמש, יש הפרזה גדולה מאוד בפחיסות האליפסה, שבפועל כמעט אינה שונה ממעגל. אגב, כדור הארץ מצוי בקרבה המרבית לשמש דווקא בתחילת חודש ינואר, בעת שבחצי בכדור הצפוני קר. לכן, פחיסות מסלול כדור הארץ דווקא מקוזות מהשפעת נטיית הציר על עונות השנה בחצי הכדור הצפוני ומחזקות את השפעתן בחצי הכדור הדרומי.

הצירוף של הסטיות של אורך היממה האמיתי מפרק זמן של 24 שעות (משוואת הזמן) וכן המיקום המשתנה של השמש על כיפת השמים מביא לתופעה הקרויה "אנלמת השמש".

בשל סיבוב כדור הארץ סביב צירו אנו יכולים לראות את הכוכבים. בעת שהצד הפונה מהשמש והלאה שורר בחשכת הלילה, אנו רואים את הכוכבים. בימי קדם, חילקו הקדמונים את הכוכבים לעשרות קבוצות כוכבים כדי הדמיון הטובה עליהם. הם גם שמו לב שהשמש נעה תמיד על אותו מסלול על פני כיפת השמים. זהו למעשה המסלול שבו כדור הארץ מקיף את השמש. מסלול זה קרוי מישור המילקה, מסיבות שנעמוד עליהן בפרק הבא. הקדמונים גם שמו לב שהכוכבים על מישור המילקה אינם משתנים, כמו יתר הכוכבים בשמים שמיקומם על כיפת השמים קבוע. יוצא מכך, שבמשך תנועתה השנתית של השמש על כיפת השמים, היא חולפת תמיד בסמוך לאותם כוכבים. הקדמונים חילקו את הכוכבים המצויים על מסלול תנועתה של השמש על כיפת השמים ובסמוך לו ל-12 קבוצות כוכבים באופן שכל חודש השמש "שווה" בתחומי קבוצה אחרת. קבוצות אלה נקראו "גלגל המזלות". כמובן שהשמש אינה מצויה פיסית בסמוך לכוכבי השבת ולמזלות. למעשה אנו רואים את השמש כאשר מאחוריה, בקו אחד, מצויה אותה קבוצת כוכבים שהשמש חולפת בתחומה באותו פרק זמן. נגדיר אם כך את המזל של חודש מסוים בקבוצת הכוכבים המצויה בקו אחד מאחורי השמש באותו חודש מסוים. לפני 3000 שנים קבעו הקדמונים את קבוצת טלה כקבוצה שבה השמש היתה מצויה בעת שוויון האביב. (לאחר לימוד הפרק הקודם, אפשר לנסח את זאת בצורה הזו – קו האורך השמימי 0, שמגדיר את נקודת שוויון האביב, עבר בתחומי קבוצת טלה לפני 3000 שנים).

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי

המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,

SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230. דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

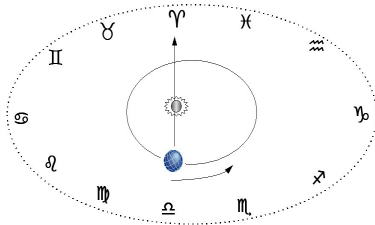
מי שיביט בכל מפת כוכבים עדכנית, יראה שהשמש מצויה ביום שוויון האביב בקבוצת דגים. גם קו האורך השמימי 0 עובר בתחומי קבוצת דגים. שינוי זה עובר לאורך כל גלגל המזלות והמזלות הוסטו בחודש תמים לעומת נקודת הזמן בה נקבעו לפני כ-3000 שנים. מה ההסבר לשינוי במזל חודש האביב ובשינוי של כל המזלות?

תנועת הנקיפה. כדור הארץ מבצע תנועה נוספת בחלל. תנועה זו קרויה נקיפת הקטבים וזמן המחזור שלה הוא 25800 שנים. תנועה זו נתגלתה על ידי היפארכוס, לפני כ-2700 שנים. כזכור, ציר כדור הארץ אינו ניצב למישור הסיבוב שלו סביב השמש. ציר זה מבצע תנועה בחלל, המתווה מעין חרוט, שזמן המחזור שלה הוא 25800 שנים. מסיבה זו, המשך ציר סיבוב כדור הארץ אינו מצביע תמיד על כוכב הצפון אלא מתווה מעין מעגל על כיפת השמים. מסיבה זו גם מיקום קבוצות השמים ביחס לקו המשווה השמימי (וגם כלפי מישור המילקה) משתנה. לכן, בפרק זמן של 25800 שנים, מדי 2000 שנים בקירוב יש תזוזה של חודש שלם לכל מזל (12: 25800). הסיבה לתנועת הנקיפה היא כבידת השמש המבקשת "ליישר" את ציר סיבוב כדור הארץ, ממש כפי שכבידת כדור הארץ פועלת על סביבון.

מושגים לפרק זה:

אנלמה – שינוי במיקומה של השמש על כיפת השמים כפי שהוא נראה לעיני צופה המצוי באותו המיקום ובאותה השעה. שינוי זה נגרם ההבדלים בין אורך היממה הממוצעת בן 24 שעות ובין פרקי הזמן העוקבים שבהם השמש מצויה במצאה וכן משינוי מיקום השמש על כיפת השמים בגלל נטיית כדור הארץ סביב צירו. לאנלמה צורה של הספירה 8.

גלגל המזלות – 12 קבוצות כוכבים הממוקמות לאורך מסלול תנועתה של השמש המדומה על כיפת השמים. מזל של חודש מסוים מוגדר כקבוצת הכוכבים המצויה באותו החודש בקו אחד מאחורי השמש. בגלל תנועת הנקיפה, השתנה מסלול השמש בשמים ביחס למזלות כפי שאלה נקבעו לפני 3000 שנים וכיום השמש חולפת גם בתחומי קבוצת נושא הנחש.



באיור ממול מתוארת תנועתו של כדור הארץ סביב השמש כאשר הקבוצה המצויה מאחורי השמש באותו חודש היא המזל של אותו חודש (המזלות מסומנים בסימול המסורתי. באיור השמש מצויה בקו אחד עם מזל טלה, כאשר יתר המזלות – נגד כיוון השעון – הם: שור, תאומים, סרטן, אריה, בתולה, מאזניים, עקרב, קשת, גדי, דלי, דגים).

דמדומים – בגלל האטמוספירה השוברת את קרני האור, השמים מוארים גם לאחר שהשמש מצויה מעל האופק ולכן המעבר בין יום ולילה אינו חד. יש 3 הגדרות של דמדומים (ההגדרות נכונות לגבי דמדומי הבוקר והערב):

דמדומים אזרחיים – בין זריחת (או שקיעת השמש) לבין המצאותה 6 מעלות מתחת לאופק.

דמדומים ימיים – פרק הזמן שבו השמש מצויה בין 6 ל-12 מעלות מתחת לאופק.

דמדומים אסטרונומיים – פרק הזמן שבו השמש מצויה בין 12 ל-18 מעלות מתחת לאופק.

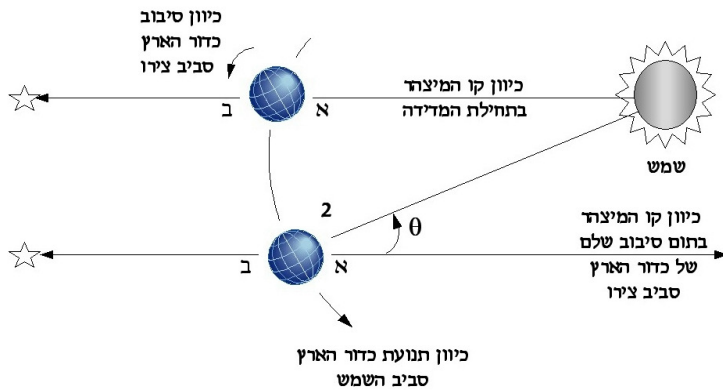
יום – פרק הזמן שבו השמש מצויה מעל האופק. משך היום משתנה לאורך השנה וכן הוא משתנה בהתאם לשינוי בקו הרוחב של הצופה (ראו פרק א'). בגלל גובהה המשתנה של השמש מעל האופק משתנה אורך הקשת שמתווה השמש מעל האופק ובהתאם אורך היום – בקיץ הימים מתארכים ובחורף מתקצרים.

יממה – פרק הזמן הנובע מסיבוב כדור הארץ סביב צירו. אנו מבדילים בין 3 סוגי יממות:

היממה הממוצעת בת 24 שעות.

היממה השמשית – זו נמדדת בין שני מעברים עוקבים של השמש על המצאה. אורכה של היממה השמשית משתנה לאורך השנה בגלל פחיסות מסלול כדור הארץ סביב השמש ונטיית הציר שלו וההבדלים בין אורכה האמיתי של היממה השמשית לבין היממה הממוצעת מגיע לכ-15 דקות. ההפרשים בין היממה השמשית האמיתית ליממה השמשית הממוצעת הם משוואות הזמן.

היממה הכוכבית – היממה הנמדדת בין שני מעברים עוקבים של כוכב כלשהו במצאה. בגלל המרחק העצום לכוכבים, אין השפעה למרחק שעובר כדור הארץ במסלולו סביב השמש במשך היממה ולכן אורך היממה הכוכבית שווה למהירות סיבוב כדור הארץ סביב צירו ועומד על 23 שעות ו-56 דקות בקירוב.



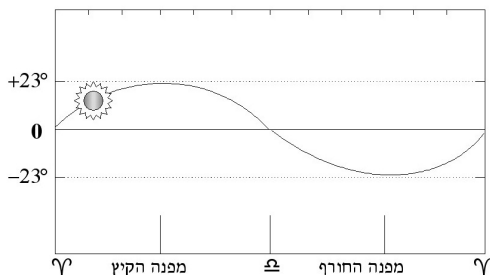
משמאל. ההבדלים בין היממה הכוכבית והיממה השמשית. למעלה נמדדים מיקום השמש וכוכב כלשהו על המצדה על ידי שני צופים משני צדי כדור הארץ. למטה, כדור הארץ השלים סיבוב סביב צירו והכוכב עובר במצאה עבור צופה ב, אלא שבגלל סיבובו סביב השמש, נדרשת עוד תנועה קטנה סביב צירו כדי שגם השמש תגיע למצאה עבור צופה א.

היפוך החורף – הנקודה שבה השמש מצויה בנקודה הדרומית ביותר על כיפת השמים (עבור צופה המצוי בחצי הכדור הצפוני). יום זה הוא תחילתו של החורף האסטרונומי ובו אורך היום הוא הקצר ביותר בשנה.

היפוך הקיץ – הנקודה שבה השמש מצויה בנקודה הצפונית ביותר על כיפת השמים (עבור צופה המצוי בחצי הכדור הצפוני). יום זה הוא תחילתו של הקיץ האסטרונומי ובו אורך היום הוא הארוך ביותר בשנה.

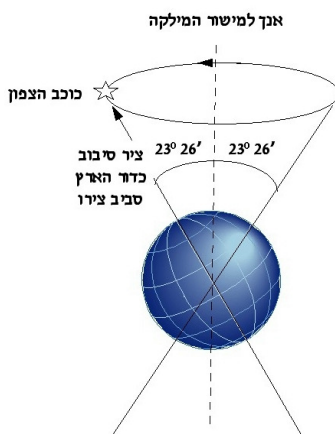
לילה – פרק הזמן שבו השמש מצויה מתחת האופק. משך היום והלילה משתנה לאורך השנה וכן הוא משתנה בהתאם לשינוי בקו הרוחב של הצופה (ראו פרק א'). בגלל גובהה המשתנה של השמש מעל האופק משתנה אורך הקשת שמתווה השמש מעל האופק ובהתאם אורך היום – בקיץ הלילות מתקצרים ובחורף מתארכים.

מישור המילקה – מישור תנועתה המדומה של השמש על כיפת השמים. בגלל נטייתו של ציר סיבוב כדור הארץ ביחס למישור הקפתו את השמש בכ-23.5 מעלות בקירוב, מישור המילקה לא מתלכד עם קו המשווה השמימי ונטוי ב-23.5 מעלות ביחס אליו. הוא חוצה את קו המשווה השמימי בשני תאריכים – יום שוויון האביב ויום שוויון הסתיו. מישור המילקה קרוי כך כיוון שבמקרה של המצאות הירח על מישור המילקה במולד או במילוא חלים ליקויי מאורות.



משמאל – מישור המילקה (עליו מצוירת השמש) ביחס לקו המשווה השמימי. הנקודה השמאלית ביותר היא שוויון האביב שבו חוצה מישור המילקה את קו המשווה השמימי. בקיץ השמש מצויה בנקודה הצפונית ביותר למישור המילקה – מפנה הקיץ. בסתיו שוב חוצה מישור המילקה את קו המשווה השמימי ובחורף השמש מצויה בנקודה הדרומית ביותר בשמים – מפנה החורף.

משוואת הזמן – גרף המתאר את ההפרשים בין אורך היממה השמשית האמיתית לבין היממה הממוצעת בת 24 שעות לאורך השנה.



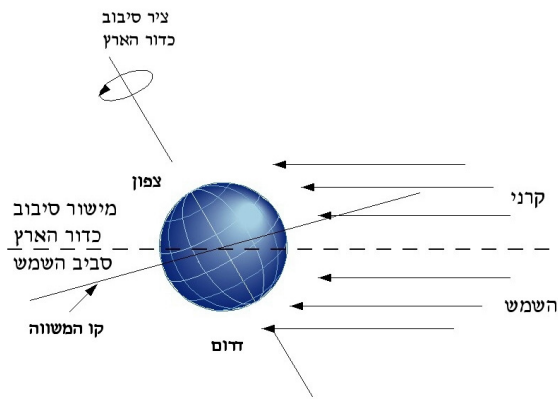
נקיפה – סיבוב ציר סיבוב כדור הארץ סביב צירו סביב האנך למישור המילקה. מחזור הנקיפה הוא כ-25860 שנה והוא נתגלה על ידי היפארכוס לפני 2700 שנים בערך.

משמאל – תיאור של הנקיפה. ציר סיבוב כדור הארץ מתווה מעין חרוט המרחב.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

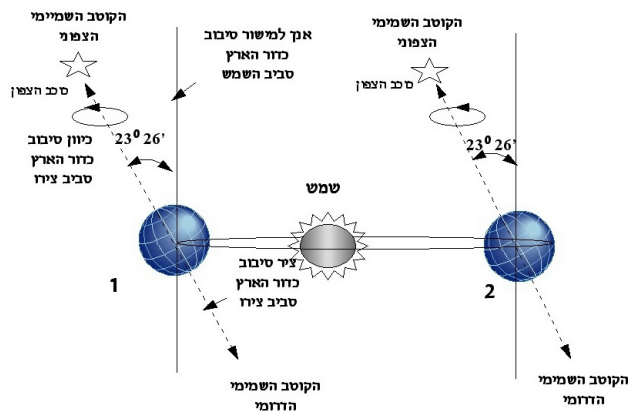
Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



עונות השנה – עונות השנה נגרמות כתוצאה מהבדל בעצמת ההארה של פני כדור הארץ על ידי השמש במשך השנה. הבדלים אלה נגרמים בגלל נטיית ציר כדור הארץ ביחס למישור הסיבוב סביב השמש. כתוצאה מכך, יש הבדל במשך השנה בשעות החשיפה לאור השמש במשך היממה וכן להבדלים בעצמת ההארה של השמש הנובעת מגובה המשתנה מעל האופק בעת הצהירה במשך השנה. ההשפעה של פחיסות כדור הארץ על עונות השנה היא משנית להשפעה של נטיית הציר.

משמאל – השפעת קרני השמש על עונות השנה. השמש מצויה מימין וקרניה מאירות טוב יותר את חצי הכדור הדרומי, שם שורר קיץ, בעוד שחצי הכדור הצפוני מרוחק ממנה ומואר באופן פחות יעיל ולכן שם חורף.



למטה משמאל, כיוון שכיוון נטיית ציר כדור הארץ במרחב היא אינה משתנה במשך השנה (תמיד מצביעה לכיוון הקוטב השמימי), כאשר כדור הארץ מצוי מימין חציו הצפוני פונה אל השמש ולכן שם קיץ. כעבור חצי הקפה סביב השמש (חצי שנה), כדור הארץ מצוי משמאל לשמש ואז חלקו הדרומי פונה אליה ולכן מואר יותר טוב ובו ישרור הקיץ.

שוויון האביב – הנקודה שבה השמש מצויה על קו המשווה השמימי וחוצה אותו מדרום לצפון. ביום זה אורך היום משתווה לאורך הלילה.

שוויון הסתיו – הנקודה שבה השמש מצויה על קו המשווה השמימי וחוצה אותו מצפון לדרום. ביום זה אורך היום משתווה לאורך הלילה.

שנה – פרק הזמן שבו משלים כדור הארץ הקפה סביב השמש ושווה ל-365.2422 יום בקירוב. (הערה – קיימות הגדרות שונות למושג "שנה" שנבדלות בהתאם לנקודת היחוס שבהשוואה אליה מודדים את מיקום השמש בשמים. הגדרות אלה חורגות מהדין בפרק הזה).

פרק ג'

הירח

המאמר השלם, כולל תרגולים עבור תלמידים נמצא בדף: http://education.org.il/education/lab_edu_c.htm

הירח הוא שכנו הקרוב ביותר של כדור הארץ. לכן, זהו גרם השמים המוכר ביותר בין כל גרמי השמים שניתן לראותם בעין. הודות למרחקו הקטן, יחסית, ניתן לראות פרטים על פניו גם בעין, ללא עזרת משקפת או טלסקופ.

הירח משמש כבן לווייה של כדור הארץ במשך מיליארדי השנים האחרונות והדעות חלוקות באשר למקורו: גילם של סלעי הירח דומה לגילם של סלעי כדור הארץ, אם כי סלעי הירח מעט עתיקים יותר. אולם, קיימים הבדלים קלים בין סלעי הירח וסלעי כדור הארץ: קרום הירח מכיל סיליקאטים של ברזל ומגנזיום, שנוצרו בהתכה בחום רב וכן סיליקאטים של סידן ואלומיניום. מבנה הירח וגילו מקשים על גיבוש מודל חד משמעי באשר להיווצרותו – יש הטוענים כי הירח וכדור הארץ נוצרו בבת אחת, בעת שנוצר כדור הארץ, אך ההבדלים שבין הרכב פני הירח ולבין הרכב פני כדור הארץ ובעיקר ההבדלים בין גילם של סלעי כדור הארץ והירח מצננים מעט את התאוריה הזו. תאוריות נוספות גורסות כי הירח נלכד על ידי כדור הארץ, או נקרע ממנו בשלב מסוים בעבר. המודל המקובל ביותר כיום להיווצרות הירח נקרא: מודל ההתנגשות הגדולה. לפיו, התנגש גוף גדול עם כדור הארץ מיד עם היווצרותו. ההתנגשות עם הגוף, שגודלו היה כגודלו של מאדים, העיפה חומר רב לחלל, וחומר זה התגבש לכלל יצירת הירח. החום הרב שנוצר בעת ההתנגשות, מסביר את הרכב פני הירח.

הירח קטן, יחסית, וכוח המשיכה שלו אינו מספיק כדי לאפשר לו להחזיק באטמוספירה משלו. ואם הירח חסר אטמוספירה, הרי שמילא חסר לו הלחץ האטמוספירי, הדרוש כדי לאפשר קיומם של מים נוזלים על פניו.

פני הירח הם פסיפס מרהיב של מכתשים, חריצים, הרים וימות. המכתשים הם תצורות הנוף שמקנות לירח את צביונו המיוחד, הודות לשכיחותן הרבה. למעשה, המכתשים הם תצורות הנוף השכיחות ביותר על פני הירח ובטלסקופ קטן ניתן למנות אלפים מהם. המונח הלועזי שבו מכנים את המכתשים הוא: crater, שפירושו – קערה – ובתרגום חופשי: לוע. אין קשר בין מהות הלועות על פני הירח, לבין הלועות על פני כדור הארץ, שהם לועות הרי-געש, שמהותם שונה לחלוטין.

המספר הרב של המכתשים נגרם עקב העדר האטמוספירה בירח. בימים קדומים, עת נוצרה מערכת השמש, נעו אינספור שברים גדולים וקטנים של סלע וקרח במרחב שבין כוכבי הלכת. שברים אלה נלכדו על ידי כוכבי הלכת ופגיעתם יצרה מכתשים הפעורים, עד עצם היום הזה, בכל כוכבי הלכת הסלעיים במערכת השמש, כמו גם על כל הירחים והאסטרואידים המצויים בה.

לירח, חסר האטמוספירה, אין שכבת מגן המגינה בפני מטאוריטים, ועקבות פגיעתם ורישומיהם נכרים היטב על כל צעד ושעל. ואם לא די בכך, הרי שחותם הפגיעות לא נמחה ונותר לנצח; הפעולה היחידה שמחתה חלק מאותם מכתשים היתה הפעילות הגעשית בירח, שכפי הנראה ארעה בשלב בו פחת מספר הפגיעות בירח ובשאר כוכבי הלכת. הלבנה מחתה את המכתשים הקטנים המצויים בימות, ולמעשה המכתשים היחידים, הספורים, שרואים על פני הימות, נוצרו בתקופה שלאחר הפעילות הגעשית.

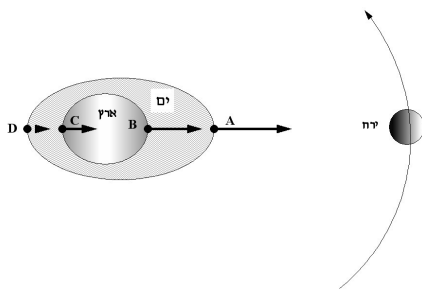
תנועתו של הירח סביב כדור הארץ ותנועתם המשותפת סביב השמש משתקפת היטב במופעיו של הירח: לעיתים הוא נראה מלא ולעיתים הוא נראה כחרמש דק. מופעי הירח הם אחת מתופעות הטבע האסטרונומיות הראשונות שילדים שמים ליבם אליהם. הירח סובב סביב כדור הארץ במשך פרק הזמן השווה בדיוק לפרק הזמן בו הוא משלים הקפה אחת סביב צירו. לכן, הירח מפנה לעבר כדור הארץ תמיד את אותו הצד של פניו (ראו איור במושג – מופעים).

השפעתו של הירח על כדור הארץ מתבטאת גם בכוח הכבידה ההדדי ששני הגופים מפעילים זה על זה. התופעה המוכרת ביותר היא תופעת הגאות, שכל יורד ים או חובבי ים מושבעים מכירים היטב, עת קו החוף משתנה מיממה ליממה. כוחות הכבידה שמפעיל כדור הארץ והירח זה על זה מתבטאים בהשפעות על תנועת הירח בחלל. והן מסיטות את הירח ממסלולו ומאטות את מהירות סיבוב כדור הארץ סביב צירו. תופעות אלו גם קשורות לצורתם הגיאומטרית של כדור הארץ והירח, המרחק ביניהם ועוד.

התופעה האחרונה הקשורה בירח ואנו נלמד עליה היא תופעת הליקויים: ליקוי חמה, עת הירח מסתיר את השמש ואילו ליקוי ירח, בו הירח נכנס אל צל כדור הארץ.

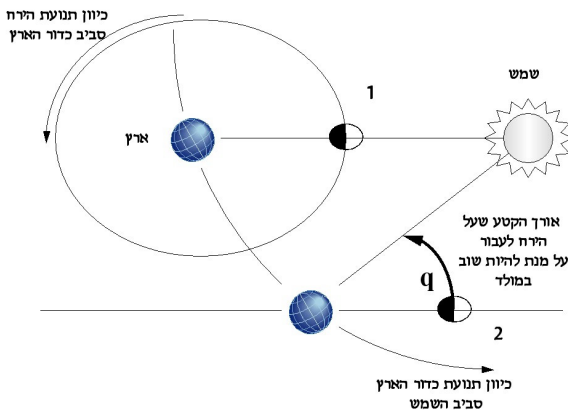
על תופעות הטבע הקשורות בירח נלמד בפרק הבא.

אפוגאום (אפוגיאה) – הנקודה במסלולו של הירח סביב כדור הארץ בה הוא מצוי המרחק הגדול ביותר מכדור הארץ.



גאות ושפל – תופעת הגאות והשפל מוכרת לכל יורד ים ולכל אדם המתגורר סמוך לשפת הים. לעיתים, קו החוף מתקדם ושוטף את החוף, ולעיתים קו המים נסוג ומתיר אחריו כברת חוף חרבה. הסיבה לגאות והשפל היא מיקום השמש והירח יחסית לכדור הארץ.

השפעת הירח על כדור הארץ. נקודות A, B, C, D מצויות בקו אחד עם מרכז כדור הארץ ומרכז הירח. הכוח שמפעיל הירח על כל אחת מהן משתנה בהתאם למרחקן ממנו. הואיל ונקודות A ו-D נקודות A לנקודה B וכן בין הנקודה C לנקודה D ונוצרת תופעת הגאות. בשל המרחק המשתנה מהירח, גדולה השפעת הירח על פני האוקיינוס הקרובים אליו מההשפעות על פני האוקיינוס בצד המרוחק



חודש – פרק הזמן הקשור למשך מחזור שלם של הירח ביחס לכדור הארץ. החודש העברי מבוסס על מחזור הירח והוא נקבע לפי החודש הסינודי המובסס על המחזוריות של מופעי הירח.

חודש סידרי – פרק הזמן החולף הנדרש לירח להקיף את כדור הארץ הקפה שלמה. כיוון שכדור הארץ והירח מקיפים את השמש, החודש הסינודי מבוסס על הקפה שלמה של הירח ביחס לגוף מצוי באינסוף, כדי לבטל את השפעת סיבוב כדור הארץ סביב השמש על מדידת סיבוב הירח. אורכו של החודש הסינודי הוא 27.32166 ימים.

חודש סינודי – פרק הזמן החולף בין שני מולדים עוקבים של הירח. החודש הסינודי מושפע מסיבוב הירח סביב כדור הארץ, אך כיוון שהוא קשור למופעי הירח, התלויים במצב היחסי של הירח, כדור הארץ והשמש, הוא תלוי גם בסיבוב כדור הארץ והירח סביב השמש. ארכו של החודש הסינודי הוא 29.53059 ימים.

תנועת הירח סביב כדור הארץ. הירח משלים סיבוב מלא סביב כדור הארץ, שמתחיל בנקודה 1, בו הוא מצוי במולד, ומסתיים בנקודה מספר 2. אורכו של חודש כזה נמדד יחסית לכוכבים. כדי שהירח, כדור הארץ והשמש ישובו להסתדר בקו אחד ושוב יהיה מולד, על הירח להשלים את הקטע הקצר של מסלולו (הקשת q). קטע זה הוא ההפרש בין החודש הסינודי, שבו הירח משלים סיבוב שלם סביב כדור הארץ, לחודש הסינודי הנמדד בין שני מולדי ירח עוקבים.

ירח אפור – תופעה הנראית אחרי או לפני המולד. בתקופה זו, חלק מהצד המוצל של הירח מואר על ידי אור המוחזר מפני כדור הארץ אליו. ככל שהירח קרוב למולד קל לראות את האזור ה"אפור" המשלים את סהר הירח לצורה של עיגול. לאחר הרבע הראשון עד הרבע האחרון פוחתת תופעת הירח האפור ונעלמת.

ימות – אזורים כהים נרחבים על פני הירח שנדמו לצופים הראשונים בירח כימות ומכאן שמן. כמובן שבימות אין מים כלל וצבעם הכהה נובע מהרכב הקרקע שמקורה בפעילות געשית שמילאה את שטח הימות בבזלת.

ירח מלא – מצב שבו הירח מצוי בקו אחד עם כדור הארץ והשמש באופן שהוא מפנה אלינו את כל צדו המואר (כדור הארץ מצוי בין הירח לשמש). כיוון שמישור ההקפה של הירח נטוי היחס למישור הקפת כדור הארץ את השמש (מישור המילקה), המצאות הירח במצב של ירח מלא אינה בהכרח מעידה על הימצאותו על מישור המילקה ולכן לא מתרחש ליקוי ירח בכל ירח מלא. כיוון שהחודש העברי מבוסס על מופעי הירח, הירח המלא נראה תמיד באמצע החודש העברי. הירח המלא המצוי מול השמש זורח עם שקיעתה ושוקע עם זריחה.

ליברציות – תופעה שבה הירח נראה לצופה מכדור הארץ "מתנדנד". באופן תאורטי היינו אמורים לראות כל הזמן את אותם פנים של הירח הפונות אלינו. נקרא להן – הצד הפונה לכדור הארץ. אמנם הירח מפנה אלינו את אותו צד של פניו כל הזמן ובכל רגע נתון אנו רואים 50% של פניו, אולם פני הירח הנראים אלינו משתנים בשינוי זעיר – בכל רגע נתון אנו רואים קצת מעבר לגבול של הצד הפונה אלינו (אולם תמיד נראה רק 50% מכפני הירח!). תופעות אלה נגרמות כתוצאה מהעובדה שמסלול הירח סביב כדור הארץ אינו מעגל מושלם, שלכדור הארץ והירח יש גודל פיזי (אינם נקודתיים) וכי מישור הקפתו של הירח את כדור הארץ אינו מתלכד עם מישור המילקה. יש 2 סוגי ליברציות, גיאומטריות ופיזיקליות.

הליברציות הגיאומטריות:

ליברציות אורכיות – אלה הן בעלות השיעור הגדול ביותר מבין הליברציות והן נובעות מהעובדה כי צורתו מסלול הירח אליפטי, ועקב כך מהירותו לאורך מסלולו אינה אחידה. בעת שהירח קרוב לכדור הארץ, הוא נע מהר יותר מאשר הוא נע כשהוא רחוק יותר, כל זאת כאשר מהירות הסיבוב של הירח סביב צירו היא אחידה. עקב כך, אפשר לראות לסירוגין מעבר לשוליו המזרחיים והמערביים של הירח.

ליברציות רוחביות – נובעות מהעובדה שמישור הקפתו של הירח נטוי ביחס למישור המילקה. אנו לעיתים מביטים על הירח "מלמעלה" ואז אנו רואים מעט מעבר לקוטב הצפוני שלו ולעיתים אנו מביטים עליו מ"מלמטה" ואז אנו רואים מעט מעבר לקוטב הדרומי שלו.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי

המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

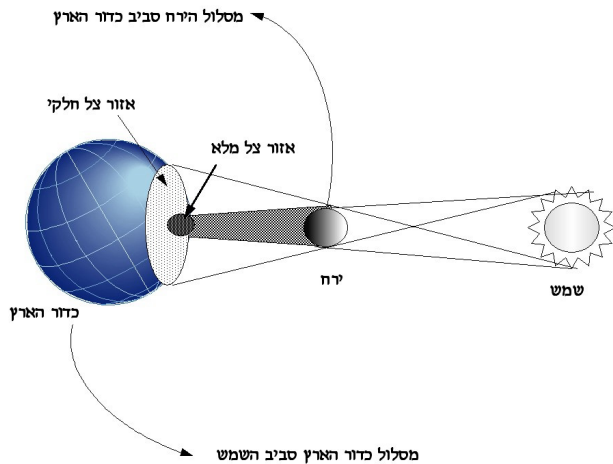
Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

ליברציות יומיות - ליברציות אלה נובעות מהעובדה, כי המרחק בין שתי נקודות על פני כדור הארץ, יחסית למרחק הירח קטן. לפיכך, צופה המביט על הירח משתי נקודות שונות במשך היום, כתוצאה מסיבוב כדור הארץ סביב צירו, יזכה לראות מעט מעבר לשולי הירח.

ליברציות פיזיקליות - הליברציות הפיזיקליות משתייכות לסוג השני של ליברציות, אלה הנגרמות כתוצאה מהשפעת הכבידה של כדור הארץ על הירח, שצורתו אינה כדור מושלם. עקב כך, מיטלטל הירח במסלולו מצד לצד בשיעור זעיר, ואנו זוכים להבחין בשטח קטן נוסף מעבר לשולי הירח.

סך כל השטח הנוסף שמתגלה לעינינו מעבר לשולי הירח בכל הליברציות למיניהן מגיע לכ-9% בלבד, כך שאנו יכולים לראות מכדור הארץ (במשך תקופת זמן של כ-30 שנה) כ-59% מפני הירח בסך הכל.



ליקוי חמה – מצב שבו הירח מסתיר את השמש, או את חלקה, מכדור הארץ. במילים אחרות – הירח חולף בין כדור הארץ לשמש ומטיל את צילו על כדור הארץ. כיוון שהירח והשמש וכדור הארץ הם גופים לא נקודתיים, הליקוי ייראה רק באזור המוצל בכדור הארץ. ליקוי חמה מתרחש בהתקיים שני תנאים מצטברים:

הירח במולד
הירח מצוי על או בסמוך מאוד למישור המלקה

משמאל: מהלך קרני השמש בעת ליקוי חמה, בעת ליקוי חמה מלא. אזור הצל המלא מוסתר כליל מעין השמש ואילו לאזור הצל החלקי מגיעות חלק מקרני השמש. המצויים באזור הצל המלא רואים ליקוי מלא, המצויים באזור הצל החלקי, רואים ליקוי חלקי ואלה המצויים מחוץ לאזור הצל החלקי, אינם רואים ליקוי כלל.

יש כמה סוגי ליקויי חמה:

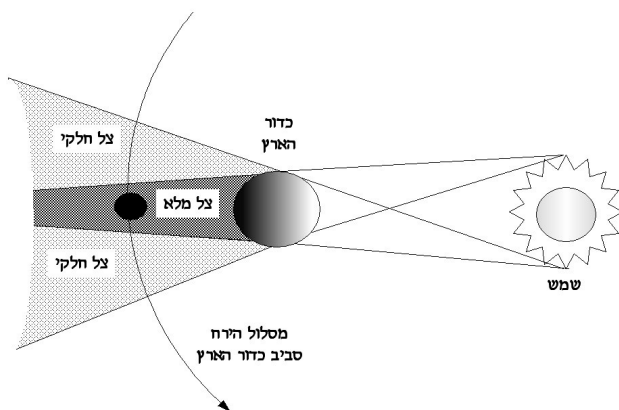
ליקוי מלא - שבו הירח מסתיר את כל דסקת השמש מאזור מסוים על כדור הארץ. ליקוי מלא יכול להימשך עד כ-7 דקות. כיוון שגודלו הזוויתי של הירח כמעט שווה לגודלה הזוויתי של השמש, יש מצב שבו הירח מסתיר בדיוק את דסקת השמש בעת ליקוי. מצב זה נמשך שניות בודדות. בכל מקרה של ליקוי מלא, רק צופים המצויים לאורך רצועה צרה מאוד (עד כ-300 ק"מ רוחבה) יראו ליקוי מלא. שאר הצופי יראו רק חלק מדסקת השמש מוסתר. ליקוי טבעתי – מצב זה מתרחש כאשר בעת הליקוי הירח מצוי רחוק יחסית מכדור הארץ (כיוון שמסלולו אליפטי). אז גודלו הזוויתי של הירח קטן מזה של השמש.

ליקוי חלקי – מצב שבשום מקום על כדור הארץ הירח לא מסתיר את כל השמש. ליקוי חלקי ייראה גם בכל מקרה של ליקוי מלא יראה ברוב האזור המוצל ליקוי חלקי – ככל שמתרחקים ממרכז הצל משטיל הירח, קטן השטח המוסתר של דסקת החמה.

ליקוי לבנה (ירח) - מצב שבו הירח נכנס לצל שמטיל כדור הארץ. מלים אחרות – כדור הארץ מצוי בין הירח לשמש ומסתיר את השמש מהירח. כיוון שהירח מקבל את אורו מכדור הארץ, כניסתו לצל של כדור הארץ גורמת לליקוי.

ליקוי ירח מתרחש בהתקיים שני תנאים מצטברים:

ירח מלא
הירח מצוי על או בסמוך מאוד למישור המלקה



מהלך קרני השמש בעת ליקוי ירח מלא. הירח המצוי באזור הצל המלא מוסתר לחלוטין מקרני השמש (למעט אלה הנשברות דרך האטמוספירה של כדור הארץ). באזור הצל החלקי, נמנעות מהירח רק חלק מקרני השמש. ליקוי הירח נראה מכל הצד של כדור הארץ עבורו הירח מצוי מעל האופק (לאחר שקיעת השמש ולפני זריחתה).

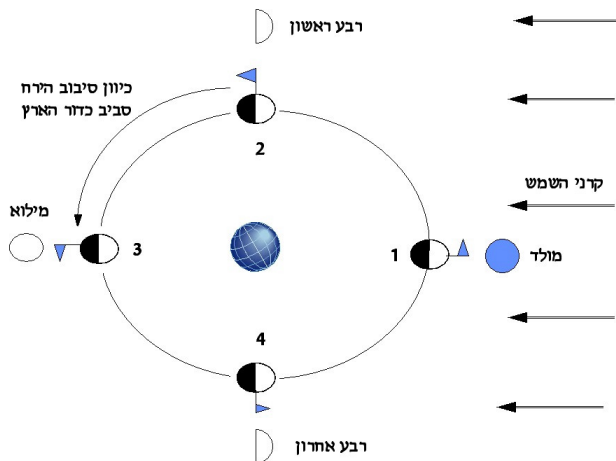
ליקוי ירח מלא ייראה מכל מקום על כדור הארץ שבו הירח מצוי מעל האופק בעת הליקוי. כיוון שכדור הארץ, הירח והשמש אינם נקודתיים, יש מצב שבו הירח לא יוסתר לחלוטין מהשמש (דמו לעצמכם צופה שימצא על הירח בעת ליקוי – הוא יראה למעשה ליקוי חמה – כדור הארץ יסתיר ממנו את השמש. אולם כמו שבזמן ליקוי חמה הליקוי אינו נראה מכל כדור הארץ, גם בעת ליקוי לבנה יתכן שלא כל דסקת השמש תוסתר מהירח ואז יהיה מצב של ליקוי חלקי. אם כל דסקת הירח נכנסת לצל של כדור הארץ – זהו ליקוי ירח מלא. תופעה חשובה בעת ליקוי ירח מלא הוא "צביעת הירח" בגוון אדום. תופעה זו נגרמת על ידי קרני שמש אדומות הנשברות על ידי האטמוספירה של כדור הארץ לתוך אזור הצל ומאירות את הירח.

מולד - מצב שבו הירח מצוי בקו אחד עם כדור הארץ והשמש באופן שהוא מפנה אלינו את כל צדו המוצל (הירח מצוי בין כדור הארץ לשמש). כיוון שמישור ההקפה של הירח נטוי יחסית למישור הקפת כדור הארץ את השמש (מישור המילקה), המצאות הירח במצב של מולד אינה בהכרח מעידה על הימצאותו על מישור המילקה ולכן לא מתרחש ליקוי חמה בכל מולד. כיוון שהחודש העברי מבוסס על מופעי הירח, נקבע שתחילת החודש העברי יחול במולד הירח.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



מופעי הירח (פאזות) - המצב שבו הירח נראה לעינינו ותלוי במיקום הגיאומטרי שלו ביחס לשמש וכדור הארץ. בתחילת החודש העברי או מחזור המופעים, הירח הוא במולד (בין כדור הארץ לשמש). לאחר מכן הוא מתמלא עד שלאחר רבע הקפה (כשבוע לאחר המולד) הוא נראה כחצי ירח. זהו הרבע הראשון (כיוון שהוא חל ברבע הראשון של החודש העברי או של מחזור הפאזה). הירח ממשיך להתמלא עד מצב של ירח מלא במחצית החודש העברי. לאחר מכן הירח מתמעט ובתום 3/4 של המחזור הוא ברבע האחרון – נראה כחצי ירח. לאחר מכן ממשיך להתמעט עד המולד וחוזר חלילה.

מופעי הירח. השמש מצויה מימין. צדו המואר של הירח פונה תמיד לכיוון השמש, אך החלק המואר הנראה לכדור הארץ משתנה בהתאם למיקום היחסי של כדור הארץ, הירח והשמש. הדגל פונה תמיד מכדור הארץ והלאה כך שאנו רואים כל הזמן את אותו צד של הירח. מאידך, יחסית לשמש מבצע הירח סיבוב שלם במשך חודש אחד, המתבטא בשינוי מיקום הדגל, יחסית לשמש.

מכתשים - צורות נוף על הירח שנגרמו כתוצאה מפגיעת גופים בירח. העדר אטמוספירה על הירח גורם לכך שכל גוף קטן המגיע מהחלל פוגע בקרקע. כמו כן, בהיעדר רוחות, גשם, סחף ושאר פעולות הארוזיה, המכתשים נותרים על הירח לעד (אלא אם כן נוצר במקומם מכתש חדש).

סארוס - מחזוריות של ליקויי חמה וליקויי לבנה. מקור השם הוא בבלי. הבבלים שמו לב שליקויים מתרחשים כל 18 שנים ו-11 יום וזהו מחזור הסארוס. הסיבה למחזוריות נובעת לשינויים רציפים באופן הקפתו של הירח את כדור הארץ.

סלוגרפיה - (סלנו-ירח גרפיה-ציור) מדע העוסק במיפוי פני הירח.

פאזה (מופע) - צורת הירח המופיעה לעינינו.

פריגיאום (פריגיאה) - הנקודה במסלולו של הירח סביב כדור הארץ בה הוא מצוי במרחק הקטן ביותר מכדור הארץ.

קו הצל (טרמינטור) - הקו המבדיל בין החלק המואר לחלק החשוך של הירח. קו הצל נע ממערב למזרח בחצי הראשון של החודש העברי. לאחר הירח המלא, הירח מתמעט כאשר קו הצל נע שוב ממערב למזרח. שני הקצוות של קו הצל נפגשים סמוך לקטבי הירח הצפוני והדרומי. צופה המצוי על קו הצל יראה את השמש זורחת או שוקעת ולכן הצללים של הם הארוכים ביותר. מסיבה זו, התצפית הטובה ביותר בירח היא לאזור קו הצל.



הירח. האזורים המעניינים לצפייה הם באזור קו הצל. צילום: ד"ר אנדריאס היידנרייך. מצפה הכוכבים בגבעתיים

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

איך צופים בכוכבים?

השמים הפרושים מעלינו טומנים בחובם אינספור גרמי שמים מעניינים. בשנים האחרונות, עם ההשפעה הטוטאלית כמעט שיש לאינטרנט ולערוצי הלוויין על חיינו, קשה למצוא כאלה שלא נחשפו למראות המרהיבים של גרמי השמים, בין אם אלה צולמו בידי טלסקופ החלל ע"ש האבל או באמצעות חלליות וגישויות התרות את מרחבי מערכת השמש שלנו.

לצילומים אלה השפעה ברוכה כיוון שהודות להם נחשף הציבור בצורה מקיפה, לראשונה, לעושר הבלתי נדלה של גרמי השמים ולמראות המרהיבים המשמשים כמקדם המכירות הטוב ביותר של מדע האסטרונומיה והמדעים הקשורים אליו.

ואולם, גם באמצעים פשוטים יותר אפשר להתבונן בשמים. המטרה של סדרת כתבות זו היא לסקור את האמצעים בהם אנו, החובבים, צופים בשמים ולגלות מה אנו עשויים לראות באמצעים העומדים לרשותנו, החל מהעין העירומה, וכלה בצילומים שחובבים יכולים לעשות כיום גם באמצעים הפשוטים ביותר. זאת בהתאם למגבלה הגדולה ביותר הקיימת כיום באשר לאפשרות לצפות בגרמי השמים – "זיהום האור" שרווח בערי ישראל ובמיוחד במישור החוף, שהוא בין האזורים הצפופים בעולם.

להתחמק מאורות הכרך

כל מי שהיה אי פעם במדבר בלילה נטול ירח זוכר את הרושם העז הנוצר על ידי אלפי הכוכבים הנוצצים בכיפת השמים השחורה. גם שביל החלב, אותה עננה קלושה המשתרעת מאופק לאופק, מוסיף נופך רב לרושם המיסטי כמעט שמותיר בנו המראה של השמים במדבר.

לצערנו, מדינת ישראל היא מדינה צפופה ומוארת. הוסיפו לזאת את העובדה שאנו שוכנים בקצה אקלים מדברי, המתבטא בשמים עשירים באבק וכן בלחות רבה המאפיינת סמיכות למקווה מים גדול, והרי לכם מתכון לזיהום אור. מסיבה זו, קשה מאוד לצפות בגרמי שמים מתוככי ערים מוארות.

אמנם, לאחר שעת חצות ולקראת בוקר יש שיפור רב כיוון שאורות רבים כבים, אך נוכחות האבק, הערפיח ואדי המים יוצרים זיהום אור גדול גם כאשר התאורה לכאורה מתוכננת בצורה נכונה וחסכונית.

הפתרון המתבקש היה לצאת אל מרחבי המדבר, אך כמובן שזהו פתרון הכרוך בנסיעה של כמה שעות לכל כיוון. לכן אפשר להסתפק במקומות חשוכים יחסית וכאלה יש בשפע. במסגרת הסדרה נמליץ על כמה אזורים כאלה שאינם כה רחוקים ממקומות יישוב. הפעם נתמקד בהיסטוריה של התצפית האסטרונומית, שתשפוך אור על עושר האפשרויות שקיים בפנינו כיום.

קצת היסטוריה

בימי קדם, כאשר השמש פרשה משמי היום ושקעה לה למנוחת הלילה, נותרו הקדמונים עם השמים עטורי הכוכבים. כמובן שלא היו ברשותם טלסקופים או משקפות. האמת שלמעט שמי הלילה וסיפורים מסביב למדורה לא היה להם כל בילוי אחר ולכן, בלית ברירה, היו הקדמונים חייבים להביט בשמי הלילה, וכאשר הם הביטו בשמים הם הבחינו באלפי כוכבים.

כך נולדה הנטייה הטבעית לחבר בקווים דמיוניים נקודות אקראיות וכך נולדו גם קבוצות הכוכבים הראשונות. הקשר בין קבוצות הכוכבים לשמות שניתנו להם התבסס על אמונות ועל מיתוסים שונים.

מלבד קבוצות הכוכבים, הקדמונים שמו ליבם לתופעות נוספות: הם ראו את ליקויי המאורות וידעו שיש כמה כוכבים הנעים בינות ליתר הכוכבים – אלה הם הפלנטות (כוכבי הלכת). הם גם ראו מטאורים ושביטים וכמובן שמו ליבם לקשר שבין השמש לעונות השנה ולמחזוריות הירח.

התצפיות שנעשו בעין היו מדויקות באופן יחסי והמצטיינים בהן בעת העתיקה היו הבבלים, שידעו לחשב בדיוק רב את מחזור הליקויים, וכן היוונים, שתצפיותיהם הביאו לבניית מודלים שונים המסבירים את תנועות השמש וכוכבי הלכת.

תצפיותיהם של היפארכוס ואחריו תלמי, הביאו ליצירת אטלסי הכוכבים הראשונים. תצפיות אלה היו כה מדויקות עד שהיפארכוס הסיק שלכיפת השמים יש מחזור תנועה גדול של 26,000 שנים, מחזור שכיום אנו יודעים שקשור לתנועת הנקיפה של ציר כדור הארץ.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

מהעין לטלסקופ

העין שימשה כלי תצפית עיקרי עד לתחילת המאה ה-17. קפלר הגדול נשען על תצפיותיו המדויקות מאוד של טיכו ברהה שנעזר במכשירי מדידה שונים למדידת מרחקים זוויתיים בין גרמי השמים. בזכות דיוק התצפיות הן של טיכו והן של הקודמים לו, הגיע קפלר למסקנה כי המאדים, ויתר כוכבי הלכת, מקיפים את השמש במסלולים אליפטיים.

התצפיות המדויקות שערכו קפלר וטיכו בסופר-נובות שנראו בזמנם מהוות מקור מידע מדעי התקף עד עצם היום הזה, אולם תור הזהב של התצפיות בעין הבלתי מזוינת תם עם המצאת הטלסקופ בידי ליפארשי ושכלולו בידי גלילאו.

בבת אחת גדל היקום והתרחב. התגלו צורות הנוף על הירח, ירחי צדק, טבעות שבתאי, מופעי נוגה ואינספור הכוכבים שבביל החלב. גם הטלת דמות השמש על הרצפה גילתה שהביטוי - ברה כחמה - כבר אינו נכון, כיוון שהשמש מכוסה כתמים.

הטלסקופ הלך והשתכלל: ניוטון המציא את טלסקופ המראות, שהקל מאוד על בניית הטלסקופים, בעיקר כאלו בעלי קוטר גדול. ככל שקוטר הטלסקופים הלך וגדל וככל שאיכותם עלתה, כך העמיק האדם יותר ויותר אל תוככי היקום; כתמים שונים נגלו בינות לכוכבים, חלקם בעלי צורת עדשה, חלקם לולייניים וחלקם ללא צורה מוגדרת.

האטלסים הפכו למדויקים יותר ויותר והתגלו כוכבי לכת ואסטרואידים חדשים. בד בבד הומצאו מכשירי עזר נוספים וההבנה של מהות האור הביאה ללידתו של מדע הספקטרוסקופיה על ידי מגלי הקווים הספקטראליים: פראונהאופר, קירכהוף ובונזן. הקווים השחורים המתקבלים על ידי העברת אור השמש במנסרה לימד אותנו על הרכב השמש והכוכבים.

פריצת דרך תיעודית

עד למחצית המאה ה-19, נעשה כל התיעוד של התצפיות האסטרונומיות על ידי רישום. משוכלל הטלסקופ ככל שיהיה, טיב המידע המדעי שהתקבל מבדד לעדשה היה תלוי בכישרונו של הצופה לתאר נאמנה את אשר הוא רואה. מכאן החשיבות הרבה וקפיצת המדרגה המשמעותית שבאה עם המצאת הצילום והצילום האסטרונומי.

מעבר לדיוק והאובייקטיביות הגדולה יותר של התיעוד, לצילום היה יתרון נוסף גדול – העין אינה מסוגלת לשמור מידע. כלומר, גם אם נבהה בגרם שמים קלוש למשך זמן ארוך, לא נוכל לשפר את המידע המתקבל ממנו. העין אינה אוגרת אור - המצלמה כן.

יותר מכך: העין מתקשה להבחין בצבעים של מקורות אור חיוורים בתנאי חשיכה, בניגוד למצלמה. לכן, צילומי הצבע של השמים הראו בפעמים הראשונות את ססגוניותם. אמנם, בתחילה נדרשו שעות רבות של חשיפת התשליל או פלטת הצילום לאור הקלוש של גרמי השמים, אך עם השתכללות הצילום הדיגיטלי בשנים האחרונות, התקצרו פרקי הזמן הנדרשים לצילום אסטרונומי בכמה סדרי גודל.

לצילום שדרש פעם שעות רבות, מספיקות כעת כמה עשרות שניות כדי להגיע לאותה התוצאה. שכלול טכנולוגי זה, בד בבד עם הירידה הדרסטית במחירי הצילוד, הביא לכך שצילום אסטרונומי ברמה כזו שמצפים גדולים רק יכלו לחלום עליה לפני כמה עשורים, הפך לנחלת הכלל.

מכשול אחד בכל זאת עדיין קיים וזו האטמוספירה. יש לזכור כי אנו מצויים תחת מאות קילומטרים של אוויר שנוע וזורם ומפריע לתצפית. למעשה טיב התצפית (חדות הצילום) תלוי בפעילות האטמוספירה באותו זמן. סוגיה זו נפתרה באמצעות טלסקופ החלל ע"ש האבל, שמשייט מאות קילומטרים מעל פני הקרקע ומעל האטמוספירה, ובכך מרחיב את אופקינו בכמה וכמה מונים.

על אף שקשה יותר לרכוש דירה בישראל, לא לכל אחד מאיתנו יש התקציב לבניית טלסקופ חלל משלו. ובכל זאת ישנם פתרונות מדף, הן לחובבים והן למצפים גדולים, המנטרלים את השפעת האטמוספירה על ידי מערכות טכנולוגיות משוכללות ואלגוריתמים בשיטה הקרויה "אופטיקה מסתגלת". למעשה, חזית הפיתוח כיום היא שיפור טכנולוגי של כל אחד מהמכשירים בהם אנו משתמשים, בכדי להגיע לדיוקים גבוהים יותר במאמץ קטן יותר.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

עקרונות הצפייה בעין

את התצפית הבסיסית בשמי הלילה אנו עושים בעין העירומה. למעשה, העין היא האיבר שבו אנו משתמשים בכל סוג של צפייה – בטלסקופ ובמשקפת. כמה מהכללים התקפים לצפייה בעין העירומה תקפים גם לצפייה מבעד למכשירים. לכן, קודם שנתמקד בגופים שבהם אפשר לצפות בעין, נראה מהם הכללים הבסיסיים לתצפית אסטרונומית.

כלל ראשון – הוראות השימוש באיזר החשוב ביותר לתצפיות – העין. התצפית האסטרונומית נעשית ברוב המקרים בשעות החשיכה. האדם הוא יצור הפעיל בעיקר ביום ולכן עיניו בנויות לפעילות אופטימלית בשעות האור. מבנה העין הוא כזה שפתח כניסת האור לעין – האישון, משנה את גודלו בהתאם לעוצמת האור. הדבר דומה לצמצם המצוי במצלמה אך בעין הוא נעשה באופן אוטומטי. אישון האדם יכול להתרחב בתנאי חשיכה עד לקוטר של 7 מילימטר וגודל זה יורד עם התבגרותו ומגיע לכ-4 או 5 מ"מ אצל אנשים מבוגרים. תופעה דומה אך בטווח שינוי גדול בהרבה אנו פוגשים ביצורים הפעילים בחשיכה, כגון חתולים. בשעות האור האישון נראה כפס צר והוא גדל עד מאוד בשעות הלילה. המטרה היא לאפשר ליותר אור להיכנס לעין (אצל בעלי חיים קיים מנגנון נוסף המגביר את האור הנכנס בלילה והוא זה שמקנה לעיניהם את המראה הזרחני). פעולת השרירים הפותחים את האישון איטית ועשויה להמשך עד מחצית השעה. לכן, הכלל הראשון הוא ההסתגלות לחשיכה. כדאי להתחיל את התצפית כמחצית השעה לאחר שהגענו לשטח. שימו לב שלאחר מחצית השעה של שהיה בשטח קל יותר להבחין בעצמים ובפרטים שאי אפשר להבחין בהם בדקות הראשונות שבהם הגעתם למקום חשוך. ההסתגלות חשובה יותר בעיקר כאשר מגיעים ממקום מואר למקום חשוך. אגב – מסיבה זו, כאשר אנו עוברים בחדות ממקום חשוך למקום מואר (למשל, כאשר חדר חשוך מואר לפתע על ידי אור שמש מלא), אנו עשויים להרגיש כאב בעין – האישון פתוח במלוא רוחבו והעין סופגת כמות גדולה של אור.

עקרונות הראייה המוסבת. באופן מפתיע, האזור הרגיש ביותר בעין לאור אינו מצוי בדיוק מאחורי האישון. לכן, אם אנו רוצים להבחין טוב יותר בעצם שאורו קלוש, הדרך הטובה יותר מאשר להתמקד בדיוק בו היא להביט מעט ימינה ולמעלה ביחס לעצם אך למקד בו את תשומת הלב. העצם הקלוש יורגש באופן זה טוב יותר. עיקרון זה יעיל במיוחד בצפייה מבעד לטלסקופ.

כלל שני – תאום ציפיות. כלל זה חשוב ביותר בעיקר בעת עבודה עם קהל במצפה וכן בעת מכירת ציוד לצפייה בשמים, אך תקף לגבי על אחד שזו לו התצפית הראשונה בגרמי השמים. בשנים האחרונות אנו מוצפים בתמונות מרהיבות שצולמו באמצעות טלסקופים ובאמצעות טלסקופ החלל. תמונות מרהיבות הן בשל הצורות המדהימות והן בזכות שלל הגווני העשיר שלהן. ובכן – העין אינה מצלמה. העין כמעט ואינה מבחינה בצבעים בחושך והדבר קשור לאופן פעולת העין בחשיכה. עשו ניסוי – עימדו מול תמונה צבעונית בחדר וכבו את האור עד כדי חשיכה. שימו לב שכאשר החדר חשוך התמונה איבדה את צבעוניותה ומה שנותר אלו גוונים דהויים. כאשר אנו צופים בגרמי שמים אנו רואים בעיקר גווני אפור. רק כאשר אנו צופים בכוכבים בהירים, שהן נקודות אור המגרות אזור קטן מאוד בעין ומעוררות את החישה הרגיש לצבע, אנו נראה את אותם כוכבים בצבעים. כנ"ל לגבי כוכבי הלכת (במקרים נדירים ושימוש בטלסקופים גדולים אפשר לעתים להבחין בגווני טורקיז, ירוק ואדמדם, בצפייה בגרמי שמים ערפיליים שהם בהירים במיוחד). אולם, גם העושר של גרמי השמים הנגלים לעין, עם או בלי טלסקופ, הינו מרשים ויפהפה, גם ללא הצבעים.

כללי התנהגות בשטח

יש עוד כמה כללים לגבי צפייה בשטח, חשובים לא פחות מהוראות התפעול של העין. ראשית, הקפידו לא להדליק אורות. אם מגיעים כמה אנשים לתצפית, קבעו מראש שעת הגעה והשתדלו שמקום החנייה של הרכבים יהיה מופרד מאזור התצפית. בכל מקרה, רצוי להגיע באורות נמוכים מהסיבה הקודמת – אורות מפריעים להסתגלות העין. כמו כן, לא רצוי לנהוג בשטח במקום בו יש אנשים, חלקים שוכבים על הרצפה וכן בינות לציוד אופטי, כאשר הן האנשים והן הציוד רגישים לאבק וגם לפגיעה של מכונות.

אין מנגל. נכון, קשה להתאפק, אבל זה אסור. אנו עם שהתגובה הפולבית שלו למראה משטח פרא הוא להדליק את המנגל ולנופף. העשן העולה מהמנגל מזיק מאוד הן למשטחים האופטיים של הטלסקופים וכמובן מעכיר את האוויר. אפשר להתאפק לבוקר.

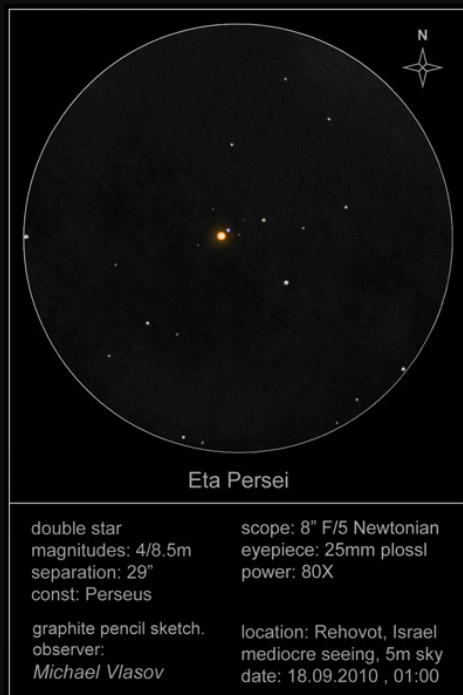
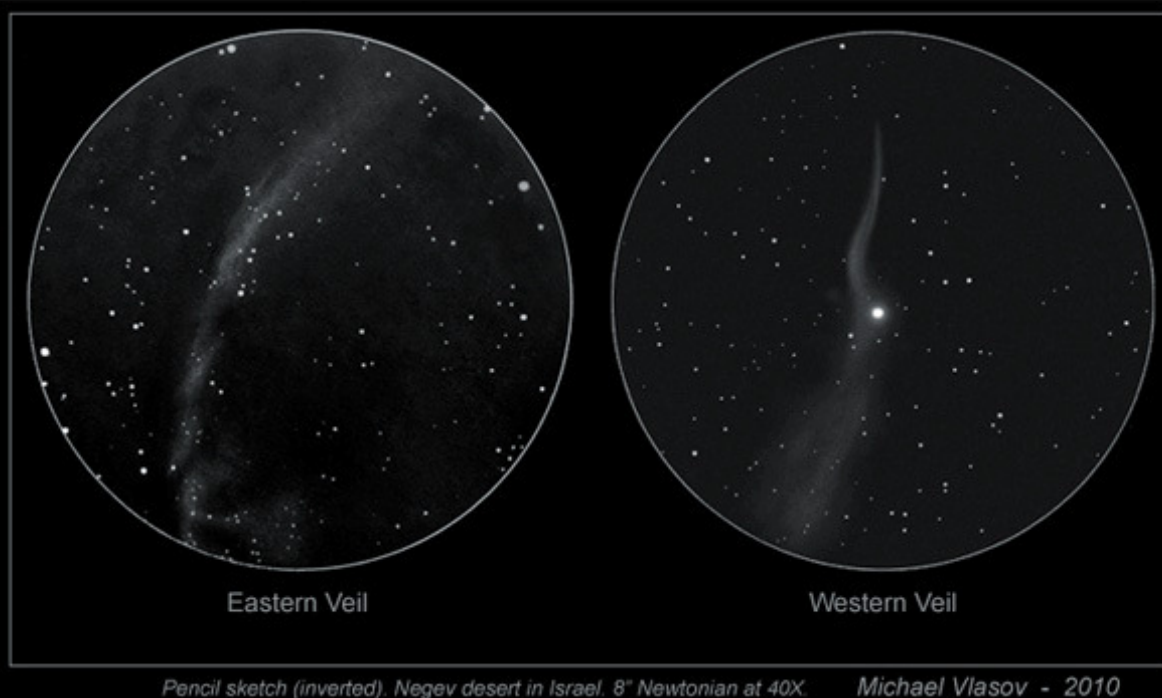
מפות ותכנון הצפייה – כאשר מגיעים לתצפית רצוי להצטייד במפות, גם אלה הפשוטות המסתובבות המציגות את קבוצות הכוכבים לכל שעה ותאריך נתונים – עוזר מאוד לאלה שאינם מכירים את השמים. בעידן הסמארטפונים למינהם, יש תוכנות חניניות רבות שמאפשרות זיהוי גרמי השמים פשוט לפי המיקום שלהם בשמים על צג הטלפון. לאלה שמכירים, רצוי לתכנן מראש על מה לצפות. כמובן שאין הכרח בכל אלה ואפשר סתם להגיע לשטח לשכב על הגב ולצפות בשמי הלילה ולקוות לראות מטאורים ושאר דברים.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

ולסיום - רצוי להצטייד בפנסים אך להקפיד לעטוף את הפנס בצלופן אדום שמפחית את ההשפעה של פגיעת האור הלבן בעין בחושך. וכמובן, בכל האמצעים הבנאליים הנכונים לכל שהייה בשטח בלילה. יתושים הם חובבי אסטרונומים מושבעים ונוהגים להצטרף לתצפיות ולכן רצוי להתגונן מפניהם. לבוש מתאים עוזר מאוד לחוויית הצפייה, בעיקר בלילות המקפאים של החורף במדבר. כסא מתקפל, שולחן מתקפל להנחת הציוד ושמיכה או שק שינה הם עזרים חשובים מאוד וכמובן – נשנושים ומוזיקה טובה רצויים תמיד. והכי חשוב – לקוות לשמים צלולים!



תרשימים של גרמי שמים כפי שהם נראים בעין מבעד לטלסקופ בשמיים חשוכים: למעלה, שני חלקיה של ערפילית הצעיף בקבוצת ברבור. משמאל, הכוכב הכפול η בפרסאוס. למטה, הצביר הכדורי M13 בקבוצת הרקולס. איורים: מיכאל ולסוב, טלסקופ ניוטון 8" בקוטר 8" (20 ס"מ)



כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

עקרונות השימוש במשקפת לתצפיות אסטרונומיות

התכונה העיקרית של מרבית משקפות השדה המשמשות לתצפית אסטרונומית היא שדה הראייה הרחב שלהן, המאפשר לצופה מבעדן לראות אזור גדול יחסית של השמים. הוסיפו לזה את קוטרה הגדול יחסית של המשקפת ביחס לאישון העין ונקבל מכשיר שמסוגל לאסוף אור בצורה כזו שמאפשרת להבחין גם בגרמי שמים רחוקים וחיוורים, כגון גלקסיות, בתנאי צפייה טובים. כמובן שקוטר המשקפת מהווה נתון חשוב מאוד באשר לסוג גרמי השמים בהם אנו צופים כמו גם ההגדלה של המשקפת.

מקובל לראות במשקפות שקוטר העדשה שלהן הוא 50 מ"מ את המשקפות הגדולות ביותר שאפשר לאחוז ביד ללא חצובה. משקפות גדולות יותר שוקלות יותר וקשה להשתמש בהן ללא חצובה. אף-על-פי-כן, קיימות משקפות אסטרונומיות בקטרים של 70, 80 ואפילו 100 מ"מ, שאפשר להציבן על גבי חצובת צילום איכותית ואז המראה המתקבל מבעדן לא נופל ולעיתים אף עולה על המראה המשתקף בטלסקופים קטנים ובעלי קוטר דומה.

ומה אפשר לראות במשקפות?

נחלק את המשקפות ל-3 קטגוריות: סטנדרטיות, בינוניות וגדולות

מתחיל עם משקפות השדה ה"סטנדרטיות". אלה מגיעות בקוטרים שבין 40 ל-50 מ"מ וטווח הגדלות בין 7 ל-16 (יש הגדלות גבוהות יותר אך זה לא מומלץ לצורכי אסטרונומיה). במשקפות אלה שדה הראייה עשוי להגיע עד ל-7 מעלות קשת (להזכירכם – גודלו הזוויתי של הירח הוא חצי מעלת קשת). גרמי השמים שמשקפות אלה מיועדות להם:

שדות כוכבים וחלקי קבוצות כוכבים. הודות לשדה הראייה הגדול של משקפות אלה, אפשר לסרוק את השמים ולראות באותו שדה הראייה קבוצות כוכבים קטנות בשלמותן וחלק מקבוצות כוכבים גדולות יותר, בניגוד לטלסקופ בו אנו צופים במקטעים קטנים בהרבה של השמים.

צבירי כוכבים פתוחים וערפיליות בהירות. צבירי כוכבים פתוחים הם גופים המאגדים בתוכם בין עשרות למאות כוכבים. גודלם הזוויתי עשוי להגיע למעלה ויותר ולכן משקפות שדה הן מכשיר אידיאלי לצפייה בהם, לדוגמה, צביר הפליאדות (כימה). גם הערפיליות המוכרות דוגמת הערפילית באוריון והערפיליות בקשת תיראנה היטב.

שביל החלב וערפיליות כהות – ככלל, שביל החלב הוא האזור העשיר ביותר בשמים הכולל ערפיליות, צבירי כוכבים וכוכבים בהירים על רקע של אינספור כוכבים. סריקה של שביל החלב במשקפת שדה תמיד תגלה עושר של כוכבים וגרמי שמים. לעתים, אפשר להיתקל במה שקרוי "ערפיליות כהות". אלו הן אזורים קרים מאוד של גז מולקולרי ואבק. בגלל הטמפרטורה הנמוכה שלהם הם כה קרים ודחוסים עד שהם חוסמים את האור הנפלט מכוכבים המצויים מאחוריהם. התוצאה – הערפיליות הכהות נראות ככתמים כהים בדרגת אטימות משתנה על רקע אינספור הכוכבים של שביל החלב. הערפיליות הכהה הגדולה ביותר משתרעת על עשרות מעלות בין קבוצת ברבור לקשת אך יש ערפיליות כהות בגדלים משתנים לכל אורכו של שביל החלב.

צבירי כוכבים כדוריים וגלקסיות. למרבה הפלא, אפשר לראות עד כמה עשרות גלקסיות גם במשקפות שדה שקוטרן 50 מ"מ. אולם, הן בשל איסוף האור המוגבל של משקפות אלה וההגדלה הקטנה יחסית, גלקסיות וצבירי כוכבים כדוריים ייראו ככתמים חיוורים של אור (להוציא מהכלל גלקסיות בהירות כמו הגלקסיה באנדומדה וצבירים כדוריים בהירים במיוחד).

כוכבים כפולים – במשקפות שדה אפשר לראות כמה כוכבים כפולים (מערכות של שני כוכבים המקיפים זה את זה או מצויים באותו קו ראייה) בתנאי שהמרחק הזוויתי ביניהם גדול מספיק כדי להפריד ביניהם במשקפת. אלבריו בברבור, על ניגוד הצבעים שבו, מיזאר, הכוכב המרכזי ביצול של הדובה הגדולה ועוד, אלה ייראו היטב במשקפת שדה.

עצמים במערכת השמש, כוכבי לכת וירח. בניגוד לירח שאפשר להבחין בפרטים על פניו גם במשקפת קטנה, אין להבחין בפרטים על כוכבי הלכת בגלל גודלם הזוויתי הזעיר. אולם אפשר בקלות להבחין בירחים של צדק, בטיטאן, ירחו של שבתאי ולהבחין בתנועה היחסית של כוכבי הלכת ביחס לכוכבים. במשקפות שדה אפשר להבחין גם באסטרואידים בהירים (שייראו ככוכבים) וכן בשביטים בהירים כדוגמת שביט Gerrad שנראה בימים אלה בקבוצת הרקולס.

משקפות אסטרונומיות בגודל בינוני.

אלה הן המשקפות בקטרים של עד 80 מ"מ. למעשה, משקפות אלה מקבילות לטלסקופים קטנים. משקפות אלה מגיעות בדרך כלל בתצורות הבאות: 9x63, 15x70 ובמשקפות שקוטרן 80 מ"מ בהגדלות של 16x, 20x ואף 30x. מעבר לעובדה שמשקפות אלה אוספות אור הרבה יותר מאשר משקפות בקוטר 50 מ"מ (משקפת בקוטר 70 מ"מ אוספת פי 4 יותר אור ממשקפת 50 מ"מ ומשקפת בקוטר 80 מ"מ אוספת 33% יותר אור ממשקפת בקוטר 70 מ"מ) ואפשר לראות בהם את כל רשימת העצמים שראינו קודם לכן אך ברור יותר, הרי ששימוש במשקפת בהגדלה יחסית גדולה תאפשר גם להבחין בפרטים בחלק מגרמי השמים. אולם יש לזכור שככל שההגדלה עולה שדה הראייה הנראה מצטמצם ולכן הדמות שתראה מבעד למשקפת תהיה פחות פנורמית. משקפות אלה מיועדות להתמקד בגרמי שמים בודדים בתוך המארג של שמי הלילה בעוד שהמשקפות הקטנות יותר יראו לנו שדות כוכבים שבהם לעתים מספר גדול של גרמי שמים – צבירים וערפיליות.

נקודה נוספת – מטבע הדברים ככל שקוטרן של משקפת גדל, גדל גם משקלה. מעבר למשקפות שקוטרן 63 מ"מ יש להשתמש בחצובה. אמנם, משקפת בקוטר 70 מ"מ מותחת את עד לקצה את הסיבולת של צופה האוחז בה בידיו ללא שימוש בחצובה, אך לשם ההנאה השלמה מהתצפית שלא תזכיר את ימי הטירטורים בטירות, הרי שמשקפות בקוטר 70 מ"מ ומעלה מחייבות שימוש בחצובה מפאת משקלן.

משקפות אסטרונומיות גדולות.

אלו הן המשקפות בקטרים של 100 מ"מ ומעלה, כאשר אפשר למצוא גם משקפות אסטרונומיות בקוטר 150 מ"מ! משקפות אלה הן למעשה 2 טלסקופים מקבילים, כאשר על-פי-רוב המשקפות הגדולות בקטגוריה מאפשרות שימוש בהגדלות מתחלפות, ממש כמו טלסקופ. יתרון הגדול על טלסקופים בקוטר מקביל הוא חווית הצפייה בשתי העיניים המקנה תחושה מדומה של עומק. במשקפות אסטרונומיות בקוטר 100 מ"מ אפשר להבחין במבנה של גלקסיות בהירות, להבחין במבנה של ערפיליות, גם כאלה שהן חיוורות, לראות פרטים על כוכבי הלכת – ובקיצור – כל מה שטלסקופ בקוטר דומה ואפילו בקוטר גדול יותר מסוגל להראות. יש לזכור שגודלן מגדיל מאוד את משקלן ולכן חצובה מתאימה שתחזיק את המשקל הרבה של המשקפת ועדיין תישאר יציבה, היא הכרח.

התצפית במטרות מטאורים

מהו מקורו של מטר המטאורים?

מקורו של מטר מטאורים הוא באבק שנותר במסלולו של שביט או אסטרואיד הנע סביב השמש, כאשר כל שנה כאשר כדור הארץ חוצה את מסלול חלקיקי האבק, נלכדים חלקיקי האבק בכבידת כדור הארץ וכאשר הם נכנסים לאטמוספירה היא מתלהטת ומכאן תופעת המטאור (בשפת העם – כוכב נופל) שאנו רואים. המטאורים נכנסים לאטמוספירה במהירות שנעה בין 30 ל-70 ק"מ לשנייה ורובם המכריע נשרפים כליל בגובה של עשרות ק"מ מעל פני האדמה.

מדוע קרוי המטר על שם קבוצת כוכבים?

מטר המטאורים מתרחש כאשר כדור הארץ חוצה אזור העשיר באבק שהותיר שביט במעברו סביב השמש (במקרה שלנו כיום – שביט תאצ'ר). בגלל חוקי הפרספקטיבה, מקום המפגש של כדור הארץ עם נחיל האבק נראה בנקודה מסוימת בחלל (כשם שפסי רכבת וחטי חשמל "נפגשים" האינוסוף) והמטאורים נראים כיוצאים מאותה נקודה. נקודת המוצא של המטאורים (רדיאנט) קרויה על שמה של קבוצת הכוכבים שבתחומה היא מצויה והמטאורים נראים יוצאים מתחומה. זה לא אומר שמסלולי המטאורים מתחילים בהכרח בנקודת הרדיאנט אלא אם מחברים את מסלולי המטאורים, גם אלה שנראים יוצאים ממרכז השמים, וממשיכים אותם אחורה, מגיעים לנקודת הרדיאנט.

כמה מטאורים באמת רואים?

בדרך כלל רשום הקצב בשעת השיא. במקרה שלפנינו הקצב הוא 18 מטאורים בשעה. קצב זה קרוי – קז"ש (קצב זניטי לשעה) והוא מבטא קצב תאורטי, המנבא מה היה הקצב הנצפה לו מקור המוצא של המטאורים היה בדיוק מעל הראש (בזניט), בתנאים אופטימליים (חושך מוחלט, ללא עננים או אובך וללא ירח). כך שככל שנקודת הרדיאנט קרובה לאופק או שתנאי הצפייה גרועים יותר מבחינת אובך וירח, מספר המטאורים יקטן. יש גם לזכור שאנו לא יכולים לראות את כל כיפת השמים ולפי חוקי מרפי המטאורים המרשימים ביותר הם אלה המופיעים בדיוק בכיוון המנוגד לכיוון אליו אתה צופה בו באותו הרגע.

האם הקצב החזוי של מספר המטאורים מדויק?

הקצב הוא סטטיסטי ומסתמך על תצפיות שנעשות במשך השנים ברחבי העולם. גם האגודה הישראלית לאסטרונומיה תורמת לתצפיות אלה המרוכזות בחטיבת המטאורים הפעילה באגודה. לעתים יש חריגות בקצב הצפוי, או שהמטר חלש מכפי שצפוי או שקיימות התפרצויות (לדוגמה – בשנת 1982 נצפה קצב של 90 מטאורים בשעה במטר הלירידיים). יש לזכור כי מדובר בחלקיקי אבק שהועפו משביטים במהלך תנועתם סביב השמש וכי כל שינוי בפעילות השביט גורם לשינוי בקצב האבק המשתחרר ממנו למסלול. במקרים קיצוניים, כמו במטר הלאונידים המפורסם, הקצב עשוי לעלות עד לכמה אלפי או עשרות אלפי מטאורים בשעה (במקרה של מטר הלאונידים העליה בקצב היא במחזוריות הדומה לפרק ההקפה של שביט המקור את השמש). ככל שאנו צופים במטרות מטאורים שנים רבות יותר וככל שהידע שלנו לגבי שינויי הקצב של המטאורים במשך השנים גדל, אנו יכולים למפות את שכיחות האבק במסלול השביט ולהגיע למידע מדויק יותר לגבי שעת השיא, הקצב הצפוי ואפילו לחזות באם במטר מסוים עשויה להיות התפרצות.

מהיכן אפשר לצפות?

מטר מטאורים הוא תופעה הנראית בכל חצי כדור הארץ המצוי בשעת לילה שבו נראית קבוצת הכוכבים שהיא מקור המטר, לכן אפשר לצפות במטר מכל מקום. המגבלה היחידה היא תאורת העיר אשר מפריעה לתצפיות אסטרונומיות בכלל ולמטרות מטאורים בפרט. לכן, רצוי להתרחק ממקומות יישוב וממקומות מוארים. ככל שאנו מתרחקים מקום יישוב, יגדל מספר המטאורים אותם נראה ומומלץ לצפות הרחק ממקום יישוב, במקומות בהם האופק (בעיקר הצפון-מזרחי) נקי מהסתרות.

אנו גרים בעיר ולמחרת עובדים ואין לנו אפשרות לנסוע רחוק. האם נראה משהו?

גם מתוך עיר אפשר לראות מטאורים אולם מספרם יהיה קטן בהרבה מהמספר שייראה מחוץ לעיר.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

מתי לצפות?

במקרה של מטר הלירידיים שיאו של המטר צפוי, לצערנו, רק ביום חמישי בשעות היום. נקודת הרדיאנט וקבוצת נבל זורחות לקראת השעה 10 בערב ולכן אפשר לראות מטאורים מתחילת הערב אך אז הירח יפריע והרדיאנט יהיה נמוך מעל האופק. לכן, רצוי לצפות לאחר חצות ולקראת הבוקר, כאשר נקודת הרדיאנט גבוהה בשמים, והירח שקע.

לאיזה כיוון לצפות?

בשעות הערב אפשר להביט לכוון צפון מזרח, לכיוון זריחת הרדיאנט. ככל שהזמן עובר נקודת הרדיאנט עולה גבוה יותר בשמים. בעיקרון, ההמלצה הטובה ביותר היא לשכב על הגב, להביט לכיוון מרכז השמים (ולנסות להישאר ערים...).

האם צריך משקפת או טלסקופ?

ממש לא. המטאורים חוצים את השמים במהירות ולכן אי אפשר לכוון אליהם משקפת או טלסקופ, מה גם ששדה הראיה של מכשירים אלה קטן מלהכיל את כל מסלול המטאור ואפילו לא את חלקו הקטן.

האם זה מסוכן?

לא. ככל שישמע מפתיע, רובם ככולם של המטאורים הם חלקיקי אבק שאינם שוקלים יותר ממאית הגרם. מהירות כניסתם המרשימה לאטמוספירה (במקרה שלפנינו 48 ק"מ לשנייה) היא הסיבה לכך שאנו רואים אותם היטב, אולם הם נשרפים ומתכלים בגובה עשרות ק"מ מפני הקרקע.

מהם כדורי אש?

כדורי אש הוא הכינוי למטאורים בהירים במיוחד שנראים כמו כדורי אש. הם זוהרים, משאירים שובל ארוך באטמוספירה שלעיתים נראה שניות רבות לאחר גויעת המטאור ולעיתים מתפרקים בשמים. כדורי האש מלווים בדרך כלל בקריאות התפעלות רמות של הצופים בהם. כדורי אש הם הדבר הקרוב ביותר למראהו לזיקוק.

מהו ההבדל בין מטאור למטאוריט?

מטאור זהו שמה של התופעה הנצפית כאשר חלקיק אבק נכנס לאטמוספירה. אם החלקיק גדול דיו כדי לשרוד את המעבר באטמוספירה ומגיע לפני הקרקע, השריד קרוי מטאוריט. כאמור, הגודל האופייני של חלקיקים במטרות מטאורים קטן והם נשרפים כליל בגובה עשרות ק"מ.

ואם לא ראינו כלום?

ראשית, יש עוד כמה מטרות מטאורים בשנה וחלקם עשירים יותר, כך שתמיד תהיה הזדמנות נוספת. בכל מקרה, בכל לילה יש מספר רב של מטאורים ספורדיים שאינם קשורים לשום מטר. הדרך לזהותם היא על ידי כיוון תנועתם (זכרו – לכל המטאורים השייכים למטר מסוים נקודת מוצא משותפת), כך שהסיכוי שמי שיביט למעלה במשך כמה שעות ולא יראה מטאורים כלל – קלוש. אבל, אם כלו כל הקיצין ונתרתם ערים עד הבוקר, שווה להביט לכיוון מזרח ולצפות בכוכב הלכת צדק או להמתין לזריחה שתמיד מרגשת.

איך אפשר לצלם:

בעיקרון, צילום מטאורים עשוי להיות קל יחסית. לשם כך יש להציב מצלמה בעלת עדשה עם שדה ראייה גדול ככל האפשר (לכל היותר 50 או 75 מ"מ) על חצובה ולכוונה לכיוון מסוים (רצוי לכוון הרדיאנט), לכוון את רגישותה לרגישות המרבית, ולהשאיר את הצמצם פתוח לפרק זמן ארוך, נניח כשעה, ולקוות שבמשך פרק הזמן הזה יחצו מטאורים את שדה הראייה. כמובן שיש לבחור מקום חשוך ביותר אחרת תאורת הרקע "תשרוף" את התמונה בפרק הזמן הקצר. הערה – השמחה עשויה להיות מוקדמת מדי – כאשר נראה את התמונה נבחין בהמון פסים, אלו לא מטאורים אלא כוכבים שבגלל תנועתם המדומה על כיפת השמים במשך זמן הצילום הם נראים כפסים ולא כנקודות אור. אם היו מטאורים בעת הצילום, הם יראו כפסים החותכים את מסלולי הכוכבים.

מה בקשר למזג האוויר?

לגבי מזג אוויר – אובך, עננות וכדומה מפריעים לצפייה ואלה, לצערי הרב, אינם בשליטתנו. במקרה של אובך קיצוני או עננות רצוי לוותר ולהמתין לפעם הבאה.

מה בקשר לבקשת משאלות?

אני אישית לא מאמין בזה, אבל אפשר לבקש. לנסות לא מזיק ובמדינתנו הקטנה רווית הצרות, חוששני שגם המטר העשיר ביותר לא יספיק למילוי כל המשאלות.



שני כדורי אש על רקע השמים מעל כיפת מצפה הכוכבים על שם וויז במצפה רמון. צולם במהלך מטר הליאונידים בשנת 1998 על ידי עופר גבזו.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

התצפית בכוכבי הלכת

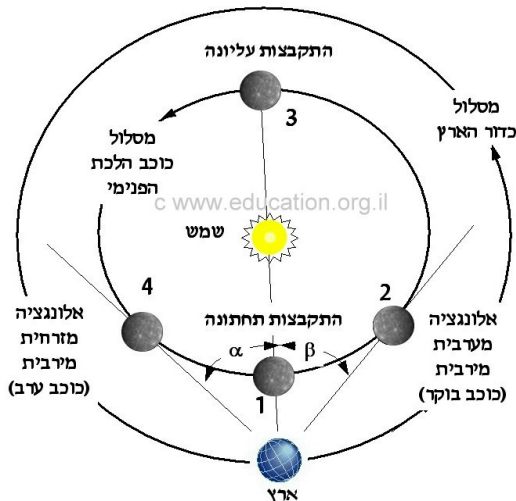
המאמר השלם, כולל תרגולים עבור תלמידים נמצא בדף: http://education.org.il/education/lab_edu_d.htm

כבר בימי קדם, הבחינו הקדמונים בחמישה כוכבים, שנעים ונדים בין אלפי הכוכבים הקבועים במקומם על פני כיפת השמים. חמשת הכוכבים ה'מוזרים' נקראו בשם: **פלנטות** (מהמילה היוונית - נוודים). בעברית נקרא שמם: **כוכבי לכת**, להבדילם מכוכבי השבת הקבועים במקומם. חמשת כוכבי הלכת הם: כוכב-חמה, נוגה, מאדים, צדק ושבתאי. רק במאה ה-18 ואילך נתגלו שלושת כוכבי הלכת הנותרים: אורנוס, נפטון ופלוטו. האסטרונומים של ימי קדם שמו ליבם לעובדות שונות, הקשורות לתנועת כוכבי הלכת בשמים:

- התנועה היומית** של כוכבי הלכת, דומה לתנועה היומית של יתר גרמי השמים: הם זורחים מדי יום במזרח ושוקעים במערב.
- כוכבי הלכת משנים את מיקומם ביחס לכוכבי השבת. בדרך כלל, כיוון התנועה של כוכבי הלכת, יחסית לכוכבי השבת, היא ממערב למזרח. תנועה זו נקראת: **תנועה קדומנית**.
- מדי פעם, תנועת כוכבי הלכת, יחסית לכוכבי השבת, היא בכיוון ההפוך - ממזרח למערב. תנועה זו נקראת: **תנועה אחורנית**.
- מהירות תנועתם של כוכבי הלכת על פני כיפת השמים אינה אחידה והיא משתנה.
- כוכבי הלכת מצויים תמיד על, או, סמוך **למישור המילקה**, מסלול תנועתם של השמש בשמים.
- זוהרם של כוכבי הלכת אינו קבוע - הם נראים זוהרים יותר, ככל שמרחקם הזוויתי מהשמש גדל. הם מגיעים לשיא זוהרם כשהם מצויים 180° מהשמש.

מערכת השמש

במרכזה של מערכת השמש מצוי כוכב אחד - השמש. סביב השמש נעים תשעה כוכבי לכת, על פי הסדר הבא: כוכב-חמה, נוגה, כדור הארץ, מאדים, צדק, שבתאי, אורנוס, נפטון ופלוטו. סביב מרבית כוכבי הלכת יש ירחים. כמו כן, מצויים במערכת השמש גרמי שמים נוספים: שביטים, אסטרואידים, אבק וגז, עליהם נדבר בפרקים הבאים. כוכבי הלכת, כוכב-חמה ונוגה, המצויים בינינו לבין השמש, נקראים: **כוכבי הלכת הפנימיים** ואילו כוכבי הלכת, המצויים מעבר למסלולו של כדור הארץ, ממאדים והלאה, נקראים: **כוכבי הלכת החיצוניים**.



כוכבי הלכת הפנימיים

כשמביטים מכדור הארץ לכיוון השמש, רואים את שני כוכבי הלכת הפנימיים, כוכב-חמה ונוגה, כשהם נעים סביב השמש. הואיל וכוכבי הלכת הפנימיים מצויים בין כדור הארץ לבין השמש, הם לעולם לא יימצאו במצב של ניגוד. המרחק הזוויתי ביניהם לבין השמש לעולם לא יעלה על זווית הראייה שבה אנו רואים את מרחקם המרבי מהשמש (איור 2-5). האלונגציה המרבית שכוכב-חמה עשוי להמציא בה, היא מעט פחות מ- 28° ואילו האלונגציה המרבית שבה נראה את נוגה, לעולם לא תעלה על 47.5° .

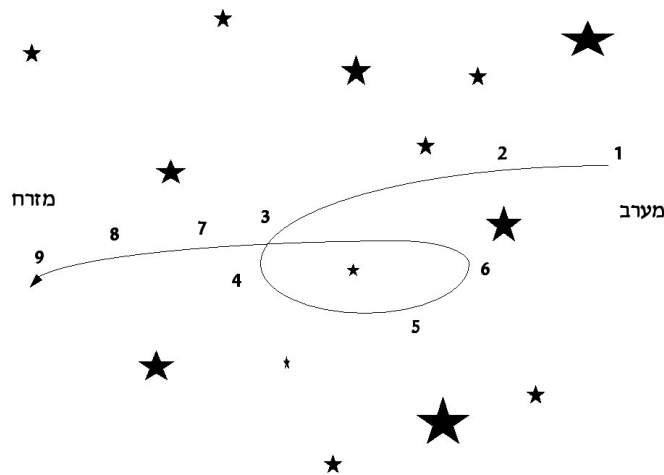
הנקודות העיקריות במסלוליהם של כוכבי הלכת הפנימיים (במבט מכדור הארץ).
כשכוכב הלכת מצוי בנקודה 1, הוא מצוי באותה עלייה ישירה של השמש (התקבצות תחתונה). הואיל ומסלוליהם של כוכבי הלכת נטויים יחסית למישור המילקה, כוכב הלכת עשוי לחלוף צפונית או דרומית לדיסקת השמש. לעתים נדירות, עשוי להיראות גם מעבר של דיסקת כוכב הלכת על פני דיסקת השמש. במצב זה נראה כל צדו האפל של כוכבי הלכת.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה - מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta - SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה - רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

תנועה קדומנית ואחורנית



כל כוכבי הלכת נעים על כיפת השמים בתנועה קדומנית ואחורנית: שני כוכבי הלכת הפנימיים נראים כשהם מתרחקים ומתקרבים לשמש לסירוגין. כוכבי הלכת החיצוניים נעים, בדרך כלל, לכיוון מזרח, אלא שלעתים הם מתווים מעין לולאה על פני כיפת השמים (איור משמאל). תנועת כוכבי הלכת על כיפת השמים היא פועל יוצא של תנועתם סביב השמש, ותנועת כדור הארץ, סביב השמש, יחסית אליהם.

תנועתו של כוכב לכת על פני כיפת השמים. בנקודה 1, כוכב הלכת נע בתנועה קדומנית בכיוון מזרח. בנקודה 4 הוא עומד - אינו נע מערבה או מזרחה. בין הנקודות 4 ל-6 הכוכב נע בתנועה אחורנית מערבה. בנקודה 6 כוכב הלכת שוב עומד, ומנקודה 6 הכוכב נע שוב בתנועה קדומנית. כוכב הלכת נע לולאה על כיפת השמים, כתוצאה מהזווית שקיימת בין מישור הסיבוב של כוכב הלכת סביב השמש יחסית למישור המילקה: ככל שהזווית קטנה יותר, הלולאה תיראה פחותה יותר.

התנועה יחסית למישור המילקה

מסלוליהם של כל כוכבי הלכת סביב השמש נטויים בזוויות שונות יחסית למישור המילקה. לכן, בתנועתם על כיפת השמים, כוכבי הלכת נראים תמיד סמוך למישור המילקה. לעתים, תוך כדי תנועתם, הם חוצים את מישור המילקה מצפון לדרום ומדרום לצפון וחוזר חלילה. כתוצאה מכך, ניתן לראות בכל חצי שנה של כוכב לכת, קוטב אחר משני קטביו: כאשר כוכב הלכת מצוי בנטייה צפונית למישור המילקה, נראה הקוטב הדרומי שלו וכאשר הוא מצוי בנטייה דרומית למישור המילקה, נראה הקוטב הצפוני. כאשר כוכב לכת חוצה את מישור המילקה מדרום לצפון, הוא מצוי **בקשר העולה** של מסלולו. כאשר כוכב הלכת חוצה את מישור המילקה מצפון לדרום, אזי כוכב הלכת מצוי **בקשר היורד** של מסלולו.

אירוע מרשים הנובע מקרבתם של כל כוכבי הלכת והירח אל מישור המילקה, הוא התקבצויות בין כוכבי לכת עם הירח ובמקרים נדירים יותר, גם התכסויות כוכבי לכת על ידי הירח, בהן נראים כוכבי הלכת נעלמים מאחורי שולי הירח ומתגלים שוב. התכסויות כוכבי לכת על ידי הירח היא מאורע קל, יחסית, לתצפית, במחצית הראשונה של החודש העברי, כאשר הירח הולך ומתמלא.

הואיל והירח נע מזרחה כל הזמן, ההתכסות של כוכב הלכת תיראה תמיד בצדו המזרחי של הירח. ניתן להבחין בהתכסויות ביתר קלות, כאשר צדו המזרחי של הירח עדיין פגום (אינו מואר). במחצית השנייה של החודש, קל יותר להבחין ביציאת הכוכב מההתכסות, מצדו המערבי, הפגום, של הירח. התכסויות של נוגה וצדק על ידי הירח, עשויות להיראות גם באור יום מלא בעזרת משקפת.

נספח ד'

תופעות ירחי צדק

ארבעת ירחי צדק הגדולים ניתנים לתצפית גם במשקפת שדה הפשוטה ביותר. גילוי ירחים, המקיפים כוכב לכת אחר, על ידי גלילאו, הביא אותו ואת קפלר להאמין במשנתו המהפכנית של קופרניקוס, שהוציאה את כדור הארץ ממעמדו המיוחד במרכז היקום. החובב המבקש לצפות בירחים הגליליאניים עשוי למצוא עניין רב בתופעות שבין צדק והירחים הגליליאניים: אלה נובעות כולן מהעובדה, שהן צדק והן ירחיו מקבלים את אורם מהשמש. להלן ארבעת התופעות הניתנות לתצפית על ידי חובב המצויד בטלסקופ. (לקריאה נוספת, ראו נספח ז' – על תנועת ירחי צדק)

צל (shadow) - התופעה הקלה ביותר לתצפית, גם בעזרת טלסקופים קטנים בקוטר 60 מ"מ. הצל נראה כאשר אחד הירחים עובר בין השמש לבין צדק ומטיל, עקב כך, צל על פני צדק. לצופה מכדור הארץ נראה הצל ככתם עגול, קטנטן, הנע על פני צדק. כיוון שגודלם של הירחים הגליליאניים כה קטן יחסית לצדק, הם מטילים צל על פני צדק מדי הקפה והקפה שלהם סביבו. למעט בעת הניגוד של צדק, כדור הארץ, צדק והשמש אינם מצויים בקו אחד. לכן, הירח ייראה סמוך לצדק בעת הצל - לפני הניגוד, הירח ייראה ממזרח לצדק לפני תחילת הטלת הצל, ולאחר הניגוד, הירח ייראה ממערב לצדק, לאחר תחילת הטלת הצל.

מעבר (transit) - מעבר של ירח על פני צדק. תופעה זו היא הקשה ביותר לתצפית, משום שאורו של צדק אינו מאפשר להבחין בירח הנע על פניו, אלא רק בשימוש עם טלסקופים גדולים. תופעת המעבר מלווה תמיד בצל שמטיל הירח על פני צדק, אך בשל מיקום כדור הארץ יחסית לצדק, הצל מקדים או מאחר אחר המעבר של הירח. בעת הניגוד של צדק, המעבר והצל מתרחשים בו זמנית (כיוון שכדור הארץ מצוי בין צדק והשמש). לפני הניגוד, הצל מקדים את המעבר ולאחר הניגוד נראה את הירח נעלם על רקע פניו של צדק, ורק לאחר מכן את הצל נשרך אחריו.

ליקוי (eclipse) - תופעה המתרחשת כאשר ירח נכנס לאזור הצל שמטיל צדק. התופעה נראית מכדור הארץ רק לאחר, או לפני, הניגוד של צדק, כיוון שבעת ניגוד (או מאוד סמוך אליו), עבור צופה המצוי בכדור הארץ, הירח מצוי בדיוק מאחורי צדק בעת ליקוי. לפני או אחרי הניגוד, הירח ייעלם בהדרגתיות סמוך לפניו של צדק. ככל שהירח מרוחק יותר מצדק ופרק הזמן מרגע הניגוד גדול יותר, המרחק מפני צדק בו הירח ייעלם יהיה גדול יותר.

בליקויים של שני הירחים המרוחקים וכן במקרים קיצוניים של ליקויי הירחים הקרובים יותר, נראה את הירח יוצא או נכנס מהליקוי באותו הצד של צדק. לפני הניגוד נראה רק את כניסת הירחים הקרובים לאזור הצל ואחרי הניגוד נראה רק את יציאתם.

התכסות (occulation) - מעבר של ירח מאחורי הדיסקה של צדק. אופי התופעה תלוי במרחקו של הירח מצדק: לפני הניגוד, נראים שני הירחים הרחוקים יותר, כשהם יוצאים מליקוי ולאחר מכן נעלמים מאחורי דיסקת צדק. לאחר הניגוד, בתחילה, הירח יוצא מההתכסות ורק לאחר מכן הוא נכנס לאזור הצל ולוקה. לפני הניגוד, ייראו שני הירחים הקרובים יותר, כשהם נכנסים לצל ולוקים, ולפיכך לא נראה את תחילת ההתכסות אלא רק את סופה. לאחר הניגוד, נראה רק את תחילת ההתכסות, כיוון שבמהלכה הירח לוקה על ידי צדק.



ימינן: כוכב הלכת צדק על חגורות הענניים שלו. משמאל: צדק, הירח איו שיוצא ממעבר על פני צדק כשמשמאלו הצל שהוא מטיל על צדק. צילם: דרור אבן

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נספח ה

תופעות הדדיות של ירחי צדק

כוכב הלכת צדק הוא הגדול בכוכבי הלכת שבמערכת השמש. מעבר לגודלו העצום, לצדק גם מערכת ירחים המכילה למעלה מ-60 ירחים, ארבעה מהם, הירחים הגליליאניים, הם בין הירחים הגדולים במערכת השמש. במסלולם סביב צדק הם חולפים בינו לבין השמש מדי הקפה ומוסתרים מהשמש על ידי צדק מדי הקפה וכן לחלוף בינו לבין צדק או לחלוף מאלו הדיסקה שלו. כיוון שגודלם של הירחים ביחס לצדק קטן וכן מסלוליהם קרובים אליו, יחסית, מדי הקפה של הירחים חלות התופעות של ירחי צדק – הטלת צל על צדק, התכנסות על ידו, מעבר על פניו וכניסה לצלו (למעט הירח הגדול קליסטו, שהנטייה של מסלולו מאפשרת לו לחלוף לעתים מעל או מתחת לדיסקה של צדק). תופעות אלה מתוארות בפירוט בנספח ד' וכן מובאות ביומן השמים.

מסלולי הירחים נטויים ביחס למישור סיבובו של השמש ולכן או רואים את מסלולם על פני כיפת השמים. אולם, אחת ל-6 שנים לערך (מחצית ממשך ההקפה של צדק את השמש), נמצאים מישורי הסיבוב של ירחי צדק כמעט במישור אחד עם כדור הארץ. לכן, משך תקופה של כמה חודשים, חלים גם תופעות הדדיות של ירחי צדק, שאפשר לראותן בטלסקופים ולצלמן והן מהוות חוויה תצפיתית.

תופעות ירחי צדק, דומות לתופעות של ירחי צדק עצמו, אלא שמטבע הדברים הן נדירות יותר בשל הגודל הקטן של הירחים ביחס למרחק ביניהם. התופעות של ירחי צדק הן:

התקבצויות – כיוון שמישורי ההקפה של ירחי צדק סביב צדק כמעט חופפים, הירחים מגיעים למרחקים זוויתיים קטנים מאוד זה מזה (הקו המחבר את הירחים יהיה ניצב למישור ההקפה שלהם את צדק). לעתים, המרחק הזוויתי בין הירחים יהיה קטן מגודלם הזוויתי ויהיה קשה להפריד בינם בטלסקופים קטנים.

צל – בדומה לצל שמטילים ירחי צדק על פניו (תופעה המקבילה לליקוי חמה – בה הירח מטיל צל על כדור הארץ), ירחי צדק עשויים להטיל צל זה על זה. גם כאן, לירחי צדק יש שני חרוטי צל:

צל מלא – חרוט צל שבו כל גוף המצוי בו מוסתר לחלוטין מהשמש
צל חלקי – מסביב לחרוט הצל המלא, שבו רק חלק מדיסקת השמש מוסתר.

חרוט הצל של הירחים חד וקוטרו כמעט זהה לקוטרו של הירחים (בגלל מרחקם הגדול מהשמש וגודלה הקטן ביחס למרחק שלה מהם). לכן, כדי שירח יכנס לצל של ירח אחר, הוא צריך לחלוף סמוך מאוד למישור של הירח המסתיר. כיוון שמדובר בתופעה הדדית (שני הגופים המעורבים הם ירחים), הרי בעת הטלת צל, הירח המוסתר למעשה נכנס לליקוי (שונה מההגדרה של תופעות ירחי צדק וצדק, שם צל מוגדר כצל המוטל על צדק וליקוי, צל המוטל על ירח). התופעה היא הדדית בין שני הירחים ומכאן השם הכולל של האירועים האלה – תופעות הדדיות של ירחי צדק.

כיוון שגודלם של הירחים הלוקים דומה מאוד לגודל חרוט הצל המלא, בעת הטלת צל הירח הלוקה עשוי להעלים כמעט לחלוטין. אם הצל חלקי, תיראה ירידה באורו של הירח. אם הליקוי הוא ליקוי של צל חלקי, הירידה באורו של הירח הלוקה תהיה קטנה יותר.

חשוב! בעת ליקוי, הירחים עשויים להיות רחוקים זה מזה, בייחוד בתקופה שצדק רחוק מהניגוד, כיוון שאז, כדור הארץ אינו מצוי בין הירחים לשמש והוא מבט עליהם "מהצד". לכן, הטלת צל לא תלווה בהתקבצויות של הירח המלוקה והלוקה, אלא רק סמוך מאוד לניגוד, אז כדור הארץ יהיה סמוך מאוד לקו שבין השמש לשני הירחים.

התכנסות – התכנסות היא פשוטה כמשמעה – אחד הירחים מכסה את הירח השני. כאשר הירח המכסה גדול יותר מהירח המכוסה (למשל, כאשר גנימד מכסה את איו, אפשי שההתכנסות תהיה שלמה. כאשר הירח המכסה קטן יותר (המקרה ההפוך), הירח המכסה יחלוף על רקע הירח המכוסה. תופעה זו מקבילה לתופעות ההתכנסות והמעברים שבין ירחי צדק וצדק, שם מעבר הוא מעבר של ירח על פני צדק והתכנסות היא מעבר של ירח מאחורי הדיסקה של צדק. כאן התופעה היא הדדית – ירח אחד מכסה בעוד שהשני מכוסה.

כיצד לצפות?

כיוון שאת ירחי צדק הגליליאניים אפשר לראות גם במשקפות, אפשר לראות את כל התופעות גם במשקפת. אלא שבאופן טבעי, כיוון שמשקפות אינן מיועדות להגדלות גדולות, יהיה קשה להבדיל בין התקבצויות קרובות להתכנסויות, כאשר בשני המקרים שני הירחים יתמוזגו לאחר. אולם, בעת ליקוי, יהיה אפשר להבחין שהירח הלוקה נעלם מהעין.

בטלסקופים יהיה אפשר להבחין בתופעות ביתר בהירות, בעיקר בהגדלות גדולות מ-100x. כיוון שגודלם הזוויתי של ירחי צדק נע בין 1.5 ל-2 שניות קשת, אפשר להבחין בהם כדיסקה רק בטלסקופים בקוטר 15 ס"מ ומעלה בהגדלות של 300x וגם אז כדיסקה קטנטנה, תחת תנאי ראות מצוינים.

צילום – צילום של התופעות אפשרי כאשר מצלמים באורכי מוקד גדולים של כמה מטרים, במצלמות המצלמות סרטונים המומרים לתמונות. כיוון שמשכי התופעות נמדדות בסדרי גודל של שניות ודקות בודדות, יש להקפיד שאורך כל סרטון לא יעלה על שניות ספורות. כמובן שכדי לקבל בבירור את הירחים כדיסקות יש צורך בטלסקופים גדולים יחסית (150 מ"מ ומעלה), מצלמות רגישות (בשל אורכי המוקד הארוכים הנדרשים לצילומים אלה).

נספח ו

התכסויות כוכבים בירח והתצפית בהם

השנה התקיים מפגש ראשון של חטיבת הצופים בהתכסויות כוכבים בירח של האגודה הישראלית לאסטרונומיה.

אחת התופעות שקל לחובבים לבצע אותה, גם באמצעי תצפית פשוטים – משקפת וטלסקופ קטן, וכן מאיזורים עירוניים, היא התכסויות כוכבים בירח.

ככלל, נושא ההתכסויות כוכבים הוא אחת התרומות של אסטרונומים חובבים למדע. התכסויות גרמי שמים מתרחשות כאשר גוף נע במהירות זוויתית גדולה מכסה גוף שנע במהירות זוויתית קטנה יותר. יש כמה וכמה סוגי התכסויות, כאשר תמיד הגוף המכסה הוא הגוף הנע מהר יותר:

התכסויות כוכבי שבת בירח
התכסויות כוכבי לכת הירח
התכסויות אסטרואידים הירח
התכסויות כוכבי שבת בכוכבי הלכת או בירחיהם
התכסויות כוכבים באסטרואידים

וכן, התכסויות גרמי שמים בלווינים מלאכותיים.

בפרק זה, נעסוק בהתכסויות כוכבים בירח.

התכסויות כוכבים הירח נגרמות בשל העובדות הבאות:

הירח נע על פני כיפת השמים
לירח יש גודל זוויתי שאינו נקודה

הסיכוי שכוכב שבת יתכסה בירח הוא גדול כיוון שגודלו הזוויתי של הירח, כחצי מעלת קשת, וכן מהירותו הזוויתית הגדולה על פני כיפת השמים, יוצרת הזדמנויות רבות לצפייה בתופעה זו. אולם, כדי לצפות בהתכסות של גוף מסוים בירח, צריכים להתקיים התנאים הבאים:

הצופה צריך להימצא ב"צל" שמטיל הירח
בהירות היחסית של הגוף המכוסה

"צל הירח"

הירח הוא הגוף הטבעי הקרוב ביותר אל כדור הארץ. לכן, בתנועתו על כיפת השמים הוא יימצא במיקום שונה על פני כיפת השמים בהתאם למיקומו של הצופה על כדור הארץ. תופעה זו קרויה "פרלקסה" (העתקה) והיא עשויה להשתנות עד כמי מעלה. הדוגמה הטובה ביותר היא ליקויי חמה, בהם נראה הליקוי רק באזור שבו נופל פיזית צלו של הירח המסתיר את השמש. כאשר הירח מכסה כוכב שבת, כמובן שאין צל ממשי, אך רק צופים המצויים באזור מסוים יכולים לראות את ההתכסות. צופים אלה יהיו הצופים הממוקמים בקו שיוצר הירח והגוף המכוסה. לאיזור מכדור הארץ שבו תיראה כתסות אנו קוראים איזור ה"צל". כיוון שלירח גודל זוויתי, וגודלו של האזור על כדור הארץ אינו נקודתי וכיוון שהירח נע על כיפת השמים, צורתו של איזור ה"צל" אינה עגולה.

צופה המצוי במרכז הצל בעת שיא ההתכסות יראה את הירח מכסה את הכוכב כאשר הכוכב מצוי מאחורי מרכז הירח. ככל שאנו מתקרבים לשולי הצל הכוכב יכוסה קרוב יותר לאזורי הקטבים של הירח ומשך ההתכסות יקטן. לכן, בעת התכסויות כוכבים בירח יש תופעה ייחודית לצופה מסוים והיא התכסות נגיסה (Grazing).

התכסויות נגיסה. בהתכסויות אלה, עבור צופים המצויים בקו המשיק לשולים העליונים או התחתונים של איזור הצל, הגוף יעבור במשיק לשולי הירח. תופעה זו תיראה לאורך רצועה של עשרות או מאות מטרים לכל היותר מהסיבה שפני הירח אינן חלקות וכי הן מחורצות במכתשים והרים. לכן, הכוכב עשוי להיעלם מאחורי הר או להתגלות מאחורי מכתש.

בהירות הכוכב

לעובדה זו חשיבות גדולה מאוד כאשר אנו מבקשים לדעת מה מועד ההתכסות ואופיה וכן האם נוכל לראותה. הראות של התכסות תלויה בבהירות היחסית של הכוכב ביחס לירח. לכן, שני פרמטרים אלה הם העוזרים לנו לראות התכסות:

ככל שהכוכב בהיר יותר
ככל שמופע הירח קטן יותר.

אולם, כמעט תמיד (למעט מקרים יוצאים מן הכלל), לא תראה התכסות מאחורי השולים המאירים של הירח אלא רק מאחורי שוליו האפלים.

מהלך ההתכסות

כאמור, הירח נע תמיד ממערב למזרח ביחס לכוכבי השבת, שאינם משנים את מיקומם ביחס לכיפת השמים. לכן, להתכסות כוכב הירח יכולים להיות שני מהלכים:

התכסות
התגלות

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

בעת ההתכנסות, הכוכב נעלם מאחורי שולים המזרחיים של הירח. לאור האמור לעיל, שאנו נראה התכנסויות (או התגלויות) רק מאחורי השולים הכהים של הירח, הרי שאנו נראה את תהליך ההתכנסויות של כוכבים בירח רק בחציו הראשון של החודש העברי או של מופע הירח, מהמולד עד למילוא, כאשר שוליו האפלים של הירח פונים מזרחה.

בעת התגלות, הכוכב מתגלה מאחורי שולי הירח. לכן, במחצית השנייה של החודש העברי (מהמילוא עד למולד), אנו נצפה רק בהתגלויות של כוכבים מאחורי שוליו האפלים, המערביים של הירח.

יוצא מן הכלל הוא ליקוי ירח מלא, שאז כל דיסקת הירח ממילא כמעט וחשוכה לחלוטין, ואז אפשר לראות הן התגלויות והן התכנסויות של גרמי שמים בעת הליקוי המלא.

בהירות הכוכב

ככל שהכוכב חיוור יותר, כך קטנים סיכוייו לראות את ההתכנסות. בחישובי ההתכנסויות לאלמנך של האגודה, אני מחשב התכנסויות הנראות בטלסקופ קטן של כ-70 מ"מ, שהוא המפתח הקטן ביותר המצוי בידי חובבים.

מחזורי התכנסויות

כמובן שהתכנסות של כוכב בהיר היא מאורע מרשים, אך ככל שהכוכבים בהירים יותר, מספרם על פני כיפת השמים קטנה יותר. בעיקרון, יש מחזור התכנסויות הנובע מתנועתו של הירח על כיפת השמים הקשורה למסלולו סביב כדור הארץ.

הירח נע סביב כדור הארץ במסלול שנוטה 5 מעלות ממישור המילקה. לכן, הירח יכסה רק כוכבים המצויים ברצועה הנמתחת כמה מעלות מעל ומתחת למישור המילקה בשמים. כמו כן, מסלולו של הירח נע במחזוריות סביב כדור הארץ ומשלים מחזור אחד שבו הירח, השמש וכדור הארץ חוזרים לאותו מצב אחת ל-19 שנים. קו הקשרים (הקו המחבר את הנקודות שבהן הירח חוצה את מישור המילקה) נע במחזוריות של 18.6 שנים מערבה (בניגוד לתנועת הירח ומכאן שמה של תופעה – נסיגת קו הקשרים). מכאן, שנקודת הקשרים של הירח נעה מערבה כ-19 מעלות בשנה.

לכן, אם הירח מכסה כוכב מסוים בשנה מסוימת, הרי שהוא יכסה אותו רק בתקופה שבה מסלולו מצוי בסמיכות למיקומו של הכוכב על כיפת השמים. נניח, למשל, שהאזור שבו מצוי הקשר של הירח (חצייתו את מישור המילקה) מצויה בקבוצת שור. הרי שבשנה מסוימת הוא ינוע כ-19 מעלות לכיוון קבוצת טלה. לכן, אם הירח יתחיל לכסות את אלדברן, הרי שהוא יכסה אותו רק בעת שבה מסלולו מצוי סמוך אליו. להתכנסויות של כוכב מסוים יש תקופה הקשורה הן למרחקו של הכוכב ממישור המילקה והן לגודלו הזוויתי של הירח (ההגיון של מחזור התכנסויות של כוכבים בירח דומה למחזור הליקויים – סארס).

חישוב משך הסדרה של התכנסויות עבור כוכבים אינו כה פשוט. עבור כוכבים המצויים בדיוק על מישור המילקה, משך המחזור (מהתכנסות הראשונה בסרה עד לאחרונה) הוא כ-1.4 שנים. לכוכבים אלה תהייה שתי סדרות של התכנסויות במשך 18.6 שנים.

למשל, רגולוס המצוי במרחק של כחצי מעלה ממישור המילקה, תהייה שתי סדרות של התכנסויות: המרחק בין שיאי הסדרות יהיה 8.7 ו-9.9 שנים (סך הכל 18.6 שנים).

כוכבים המצויים במרחק שבין 4 ל-6 מעלות ממישור המילקה, משך הסדרה יכול להגיע עד לכדי 6 שנים (6 שנים עבור אלה שמרחקם 4 מעלות ממישור המילקה ו-2 שניות עבור אלה שמרחקם 6 מעלות). לפליאדות, המרוחקות 4 מעלות מהמילקה, תהייה סדרה אחת בלבד כל מחזור קשרים שתארך 6 שנים.

להלן רשימת כוכבים בהירים המתכנסים בירח בשנים 2012 ו-2014

ζ שור – מחזור התכנסויות המתחיל בפברואר 2012 ומסתיים ביולי 2014.

α בתולה (ספיקה) – מחזור התכנסויות המתחיל ביולי 2012 ומסתיים בדצמבר 2014.

α מאזניים – מחזור התכנסויות המתחיל בינואר 2014 ומסתיים במאי 2014

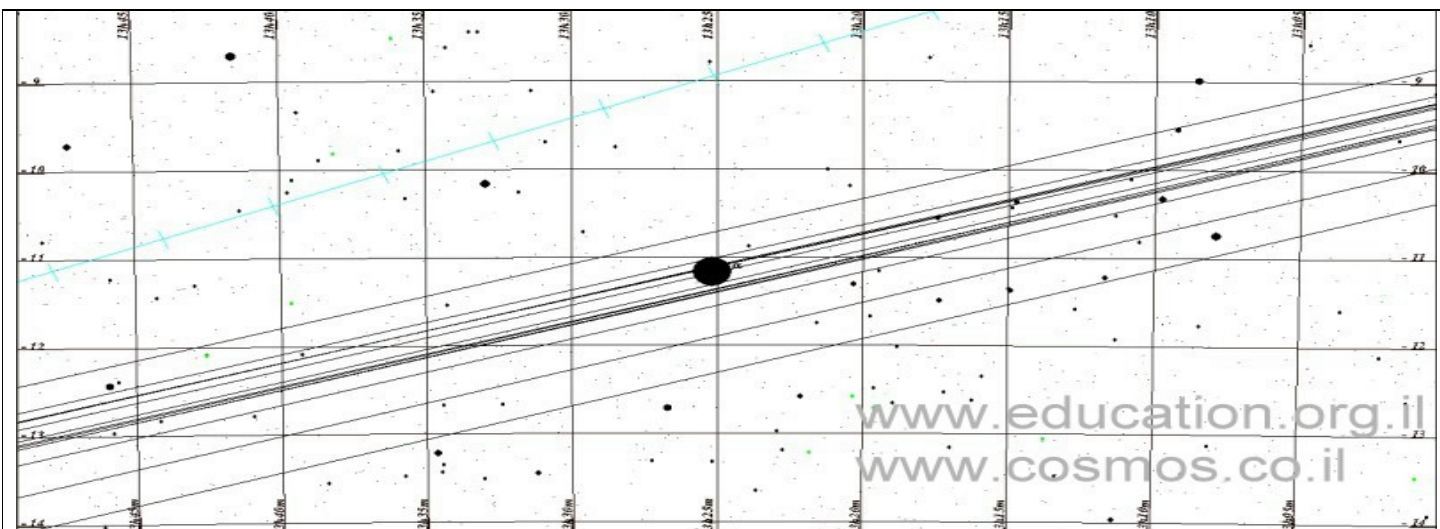
β עקרב – מחזור התכנסויות המתחיל באפריל 2012 ומסתיים בדצמבר 2014

אולם, יש לזכור שלא ניתן לראות את כל ההתכנסויות מישראל, בגלל הפרלקסה. לדוגמה, מתוך 20 ההתכנסויות של ספיקה במחזור שהראינו לעיל, נראה בישראל רק את ההתכנסות שתתרחש ב-8 בספטמבר 2014.

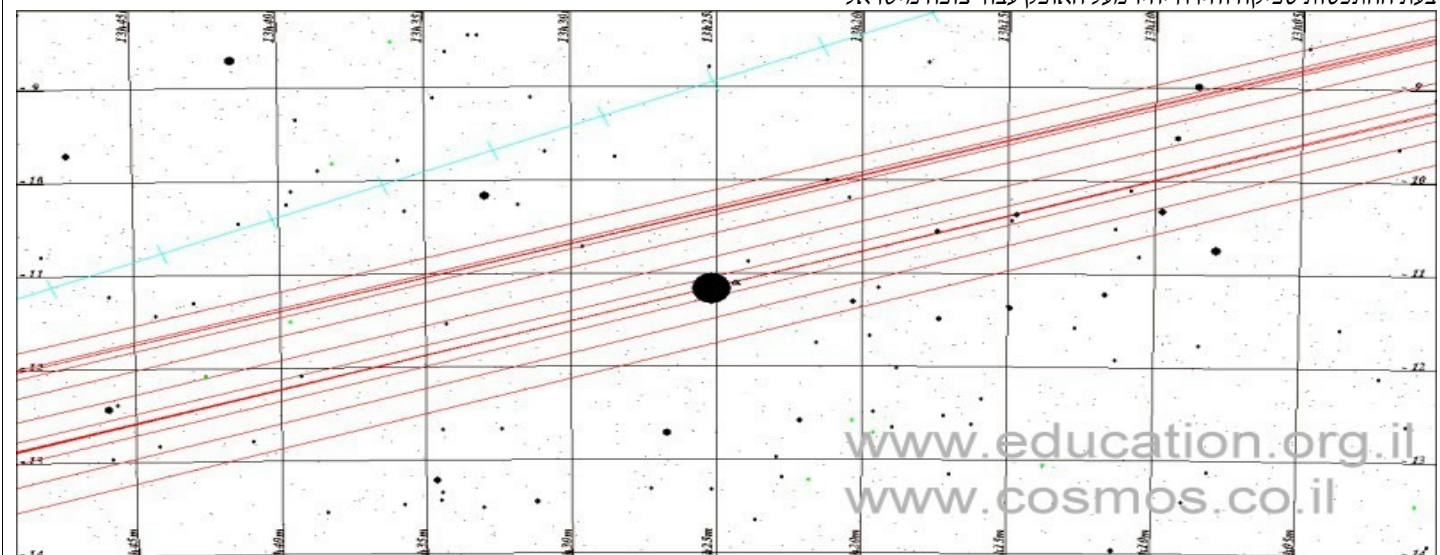
בסדרת ההתכנסויות של הכוכב הכפול β בעקרב, לא נראה ולו התכנסות אחת.

בסדרת ההתכנסויות של הכוכב ζ שור נראתה מישראל ההתכנסות ב-19 ביוני 2012

ובסדרת ההתכנסויות של הכוכב α מאזניים נראה התכנסות נגישה מדרום לאילת ב-7 באוקטובר 2014 והתכנסות מלאה ב-1 בדצמבר 2014 – אולם, בקרבה גדולה לשמש (אזורי הצל בהתכנסויות בסדרה זו נעות מדרום לצפון ביחס לכדור הארץ)



מסלול הירח במשך השנה (קו שחור), ביחס לספיקה כפי שהוא נראה מצופה מישראל בשנת 2034. כדי שתראה התכנסות אמורים להתקיים שני התנאים הבאים:
מרחק מרכז הירח (בציר האנכי) מספיקה קטן ממחצית הקוטר הזוויתי של הירח (לשם השוואה, כל קו רשת מציינ מעלה אחת ~ 4 רדיוסי ירח
בעת ההתכנסות ספיקה והירח יהיו מעל האופק עבור צופה מישראל



בתמונה למטה, מסלול הירח (קו אדום) ביחס לספיקה כפי ש"נראה" ממרכז כדור הארץ. ההסטה בין שתי מערכות הקווים נובעת מהמרחק של הצופה מישראל
ביחס למרחק כדור הארץ (הקו הכחול בשני האיורים מציינ את מישור המילקה)

כיצד צופים בהתכנסות

ראשית, חשוב מאוד להצטייד בשעון עצר מדויק מאוד המראה את השעה בדיוק רב. כיום, אפשר לסנכרן שעוני מחשב בדיוק גבוה ביותר ויש כמה אתרים
המספקים שירות זה. דבר שני, יש להיעזר בטבלה המחושבת עבור אופק ישראל המצויה בספר השנה של אירועים אסטרונומיים לשמי ישראל, שמתפרסם מדי
שנה ויש לו קישור מאתר האגודה.
המידע המופיע בעמודות הטבלה הוא:

המועד המדויק של התופעה לשמי ישראל
מהות התופעה – התכנסות או התגלות
שם הכוכב ובהירותו

כל אלה אינם מצריכים ניסיון או הסבר נוסף ויש להתחיל לעקוב אחר הירח כשעתיים לפני התופעה כדי לראות את הכוכב (לפני התכנסות), או להמתין בדריכות
להתגלות.

אולם, יש מידע חשוב נוסף המנחה אותנו באשר למיקום התופעה ביחס לדיסקת הירח.

להלן, תמצית המידע המופיע בטבלאות ההתכנסויות בירח הטבלה המלאה מצויה באתר [התכנסויות כוכבים בירח](http://www.education.org.il/education/moon1.htm)
<http://www.education.org.il/education/moon1.htm>

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

זמני ההתכסויות מחושבות לגבי אופק מצפה הכוכבים בגבעתיים. מצויים כאן רק הנתונים לגבי כוכבים שבהירותם גבוהה מבהירות 7 ולגבי התכסויות שנראות כשהירח מצוי, לפחות 20 מעלות מעל האופק. במקרים מיוחדים, עבור כוכבים בהירים במיוחד, נתנו נתונים לשעות היום. להלן הסבר לעמודות הטבלה:

התכסויות כוכבים בירח

זמני ההתכסויות מחושבות לגבי אופק מצפה הכוכבים בגבעתיים. מצויים כאן רק הנתונים לגבי כוכבים שבהירותם גבוהה מבהירות 7 ולגבי התכסויות שנראות כשהירח מצוי, לפחות 20 מעלות מעל האופק. במקרים מיוחדים, עבור כוכבים בהירים במיוחד, נתנו נתונים לשעות היום.

להלן הסבר לעמודות הטבלה:

עמודה	הסבר
I	תאריך - יום וחודש
II	שעה. שעה מחושבת לפי אופק גבעתיים. עשויות להיות סטיות לכאן ולכאן בהתאם למיקום הצופה – קואורדינטה וגובה. לכן, יש להתחיל את התצפית לפני המועד הנקוב. הזמנים מחושבים לפי שעון מקומי. הזמן נתון בשעות – דקות ושניות.
III	מהלך. אופי ההתכסות. ההתכסויות מחושבות תמיד לגבי השפה האפלה של הירח. התכסות מאחורי שפה מוארת לא מאפשרת לראות את הכוכב, למעט מקרים של כוכב לכת או כוכבים בהירים במיוחד. D – (Disappearance) כניסה - מציין תחילת התכסות. הכוכב מתכסה על ידי השפה המזרחית של הירח. בדרך כלל, התכסויות כניסה נראות במחצית הראשונה של החודש העברי. d – ההפרש בין בהירותו של הכוכב לגבול התחתון של בהירות הכוכב עבורו חושבו נתונים אלה קטן מ-1. R – (Reappearance) - יציאה – מציין סוף התכסות. הכוכב מתגלה מאחורי השפה המערבית של הירח. בדרך כלל, התכסויות יציאה נראות במחצית השנייה של החודש העברי. r – ההפרש בין בהירותו של הכוכב לגבול התחתון של בהירות הכוכב עבורו חושבו נתונים אלה קטן מ-1. G – (Grazing) – התכסות נגישה. הכוכב משיק לשפת הירח. ההבדל בין התכסות של כוכב, לבין אי התכסותו כלל עשוי להיות בשל הבדל של מאות מטרים במיקום הצופה. הואיל והנתונים מחושבים לאופק מצפה גבעתיים, יש לבדוק קודם לכן את נתוני האירוע. m – כמעט התכסות. הכוכב נושק לשולי הירח
IV	נתוני הכוכב בהירות הכוכב. במקרה של כוכב כפול, הבהירות היא הבהירות הכללית של המערכת. במקרה של כוכב משתנה. הבהירות היא הבהירות המירבית. ספקטרום הכוכב.
V	שם הכוכב (לפי מספר פלמסטיד או אותיות באייר)
VI	זווית מצב של התופעה פרמטרים אלה מקלים עלינו למצוא היכן מצויה נקודת המפגש בין שולי הירח לכוכב CA – זווית המצב ביחס ל"חוד" חרמש הירח. נמדדת במעלות מהחוד הקרוב כאשר N מציין צפון ו-S דרום. במקרה של ירח מלא או כמעט מלא יצוינו הכיוונים E-מזרח ו-W-מערב. PA – זווית המצב של התופעה, נמדדת במעלות מהצפון האמיתי של הירח VA – הזווית של התופעה, נמדדת נגד כיוון השעון מהנקודה "גבוהה" ביותר בירח (זו שמרחקה מהאופק הוא הגבוה ביותר במערכת קואורדינטות אזימוטלית) AA – זווית המצב של התופעה נמדדת מהקוטב הצפוני של הירח מזרחה. נתון זה חשוב במקרה שההתכסות או ההתגלות הם בשולים המוארים של הירח. על ידי שימוש במפת ירח אפשר למדוד את זווית המצב ולהשוות עם מאפייני נוף של הירח המצויים בזווית מצב זו כדי להעריך היכן לצפות להתכסות או להתגלות.
V	חלק מואר החלק המואר של הירח. ערכים חיוביים פירושים שהירח מצוי לפני המילוא. אז צדו המזרחי הוא החשוך ותופעות של נגיסה (d) תראנה טוב יותר. ערכים שליליים פירושים שהירח אחר המולד – מתמעט, ואז צדו המערבי הוא החשוך וקל יותר לראות תופעות של התגלות (R)

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

סוף התכנסות של למדא תאומים (בהירות 3.6), שתיראה ב-11 בספטמבר 2014.

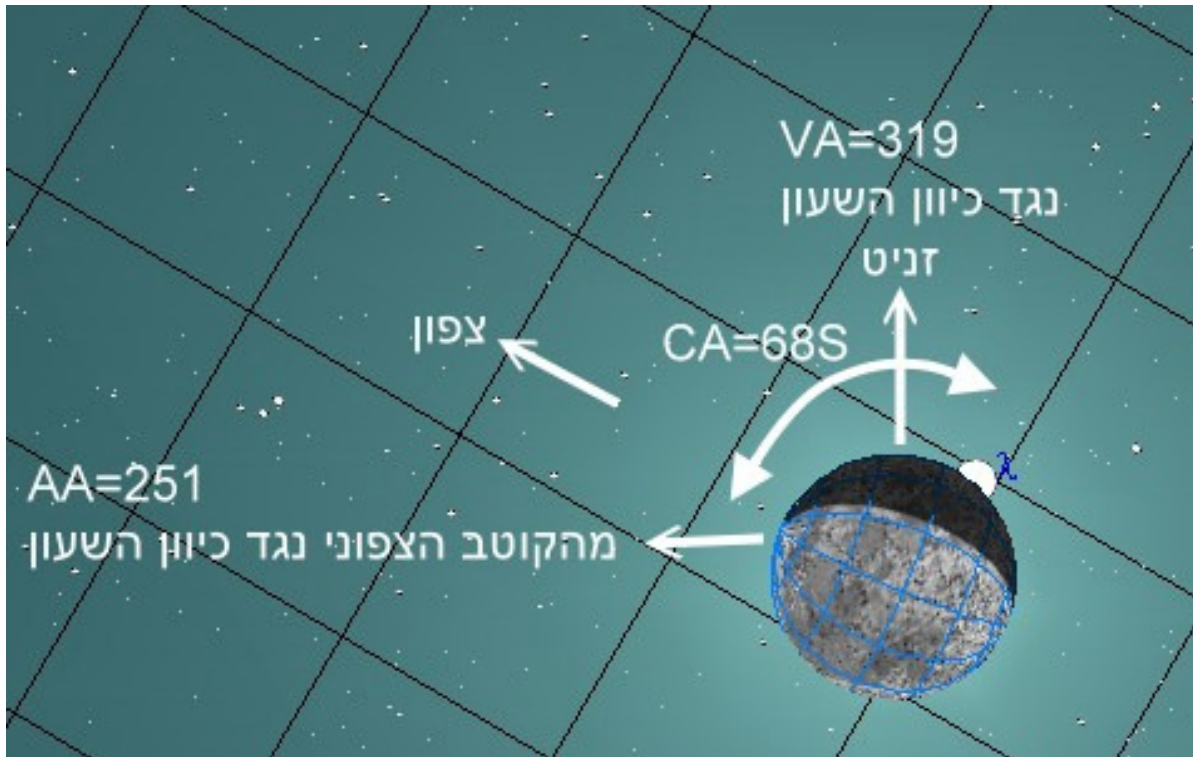
תחילת ההתכנסות שעה 21:53:47 שעון חורף

CA = 68S

PA = 259

VA = 319

AA = 251



באיור נראה הפרמטר הראשון שבו מצוין CA, שהוא המרחק במעלות מהחוד של חרמש הירח. במקרה זה, מהחוד הצפוני של הירח לכיוון הלא מואר. שימו לב שהחץ המראה את הכיוון לזניט מצביע על הנקודה הגבוהה ביותר בדיסקת הירח ביחס לאופק של הצופה, בעוד שהחץ המצביע לצפון מראה את הכיוון ביחס למערכת הקואורדינטות המשוונית השמימית (באופן כללי, מצביע לכיוון הקוטב השמימי הצפוני). הצפון הגיאוגרפי של הירח אינו מתלכד עם הצפון של כיפת השמים שלנו והוא מצוי מעט שמאלה לזניט. כל המספרים מצביעים על המאחר הזוויתי, על שולי הירח, של הכוכב המכוסה מהנקודות האמורות.

התכנסות כוכב חמה בירח, 26 ביוני

השנה הירח מכסה את כוכב חמה. מטבע הדברים, כוכב חמה מצוי תמיד קרוב לשמש ולכן ההתכנסות תהיה אתגר לצפייה גם בגלל המרחק הזוויתי הקטן שבין כוכב חמה לשמש המצריך צפייה קשה באור יום. מסיבה זו ומהסיבה שהירח יהיה חרמש צר ביותר בעת ההתכנסות (פחות מ-1%), יהיה קשה עד בלתי אפשרי לצפות בהתכנסות זו. ההתכנסות תהיה בשעות אחר הצהריים (תחילת ההתכנסות שעה 14:41 שעות ישראל) במרחק של כ-11 מעלות מהשמש, כאשר כוכב חמה והירח מצויים ממערב לשמש, 40 מעלות מעל האופק המערבי..

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

זוויות המצב (במעלות)				תאורת הירח	פרטי הכוכב		פרטי ההתכנסות		
AA	VA	PA	CA	%	בהירות	ספקטרום	מהלך	שעה	תאריך 2014
49	327	25	49N	35	7	G5	d	21: 22.15	6/ 1
121	38	96	59S	35	6.3	A1	d	22: 2.88	6/ 1
61	346	50	63N	84	6.6	F6	d	23: 56.80	11/ 1
28	329	32	48N	98	6.4	A2	d	2: 36.55	15/ 1
309	8	330	58N	93	6.8	K0	r	0: 14.18	19/ 1
270	327	293	86S	87	6.7	F5	r	0: 55.23	20/ 1
285	296	308	79N	87	7.1	F5	r	2: 56.95	20/ 1
289	333	313	70N	61	5.6	K3	R	3: 37.23	23/ 1
182	253	200	3S	41	5.2	F3	m	1: 47.63	25/ 1
273	323	287	86N	29	7.3	G2	r	4: 40.70	26/ 1
283	332	277	86N	5	6.4	G5	r	5: 5.52	29/ 1
163	87	138	17S	19	7.2	F0	d	18: 0.68	3/ 2
149	73	136	32S	59	6	F4	D	21: 52.52	7/ 2
100	44	92	79S	69	7.1	G5	d	20: 20.65	8/ 2
94	22	85	86S	69	6	K4	D	22: 42.43	8/ 2
9	325	11	13N	85	6.8	K0	m	21: 52.45	10/ 2
21	333	34	34N	96	6.2	A1	d	2: 1.85	13/ 2
230	292	245	52S	57	6.7	A*	r	1: 30.08	22/ 2
284	330	282	78N	24	6.6	G1	R	4: 1.38	25/ 2
322	7	320	40N	24	7	G3	r	4: 7.68	25/ 2
285	329	282	77N	24	7.4	K0	r	4: 11.03	25/ 2
125	42	100	55S	7	7.5	K2	D	18: 39.93	3/ 3
89	7	66	87N	14	7.1	B9	d	20: 31.83	4/ 3
130	54	111	52S	22	7.3	F6	d	18: 6.05	5/ 3
61	341	42	59N	22	8	F8	d	19: 22.17	5/ 3
9	292	353	6N	32	7.1	A0	m	19: 9.15	6/ 3
88	11	73	86N	32	7	F5	d	20: 23.53	6/ 3
149	75	139	33S	42	4.3	A2	D	20: 33.63	7/ 3
78	5	68	76N	42	6.9	A0	d	21: 19.50	7/ 3
311	11	331	48N	89	4.5	A1	R	23: 27.40	19/ 3
295	355	307	62N	73	6.4	F3	r	0: 2.52	22/ 3
319	352	331	38N	72	6.3	K1	r	2: 38.02	22/ 3
267	300	245	81S	9	6.5	G0	R	4: 44.40	28/ 3
113	35	96	71S	10	7.9	G8	d	18: 55.50	2/ 4
75	1	63	71N	17	6.6	K2	D	20: 7.58	3/ 4
82	17	81	80N	35	6.8	K0	d	20: 44.63	5/ 4
103	38	101	79S	35	7	G5	d	20: 58.00	5/ 4
98	39	102	83S	44	5.2	A2	D	20: 56.75	6/ 4
114	61	123	66S	54	5.3	A1	D	21: 59.50	7/ 4
85	41	99	87N	63	7.3	A2	d	21: 45.52	8/ 4
131	115	148	46S	72	5.2	B8	D	20: 43.62	9/ 4
75	99	98	81N	88	6.7	F5	d	21: 0.13	11/ 4
262	272	269	86S	84	6.6	B7	r	2: 39.38	19/ 4
217	225	211	38S	64	6.4	G5	r	3: 52.67	21/ 4
266	297	245	84S	30	6.5	K0	R	3: 23.40	24/ 4
140	74	136	47S	12	6.7	A2	D	19: 35.30	2/ 5
122	57	119	64S	12	7.6	A0	d	19: 44.80	2/ 5
119	53	115	68S	12	8.2	F	d	19: 44.63	2/ 5
62	0	59	56N	12	4.3	M2	D	20: 52.43	2/ 5

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA , GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

זוויות המצב (במעלות)				תאורת הירח	פרטי הכוכב		פרטי ההתכנסות		
AA	VA	PA	CA	%	בהירות	ספקטרום	מהלך	שעה	תאריך 2014
156	94	153	30S	12	6.8	K5	d	20: 48.53	2 / 5
114	52	115	71S	19	7.6	G7	d	19: 3.00	3 / 5
50	354	56	46N	27	6.5	K5	D	19: 23.17	4 / 5
109	54	116	74S	28	7.3	F2	d	20: 37.23	4 / 5
51	1	58	48N	29	3.6	A3	d	22: 46.70	4 / 5
161	122	179	21S	30	7.2	K0	d	19: 40.83	3 / 6
93	56	114	87S	40	6.6	K0	d	21: 27.13	4 / 6
81	95	98	80N	93	5.2	K5	D	21: 41.87	10 / 6
127	134	144	53S	93	6.4	A1	d	22: 8.17	10 / 6
93	119	105	87N	98	6.7	F5	d	21: 34.47	11 / 6
337	316	323	18N	88	6.1	B9	r	2: 50.00	16 / 6
327	302	313	28N	88	3.1	A5	R	3: 4.15	16 / 6
282	323	263	78N	17	7.5	K0	r	2: 45.65	23 / 6
111	86	136	68S	33	6.1	K3	D	19: 25.87	3 / 7
54	28	79	55N	43	7	F5	d	20: 32.77	4 / 7
303	295	287	47N	97	6.9	K4	r	0: 40.78	14 / 7
275	220	254	81N	90	6.8	B9	r	4: 6.05	15 / 7
263	308	247	83S	30	7.4	G5	r	1: 35.68	21 / 7
278	328	267	80N	21	6.1	K0	R	2: 31.55	22 / 7
270	323	263	86N	13	7.6	A2	r	2: 38.83	23 / 7
86	58	109	88N	37	5.2	K0	D	20: 35.97	2 / 8
90	100	102	89S	68	6.4	F3	d	19: 0.20	5 / 8
107	77	119	72S	68	6.3	K1	d	22: 3.62	5 / 8
79	86	85	78N	78	6.9	B8	d	19: 46.40	6 / 8
128	88	120	61S	94	3.9	F0	D	0: 1.73	9 / 8
208	242	186	38S	98	4.2	G8	R	19: 41.17	11 / 8
359	31	335	3N	76	5.2	A7	m	0: 1.10	15 / 8
237	302	241	62S	17	7.3	K0	r	3: 3.32	21 / 8
96	86	91	86S	74	6.6	A1	d	19: 53.80	4 / 9
70	61	54	63N	92	6.9	K4	d	21: 6.93	6 / 9
71	18	50	58N	98	6.8	B9	d	0: 19.68	8 / 9
288	301	264	73N	95	5.7	K2	R	23: 37.20	10 / 9
238	279	219	55S	81	5.6	F7	r	21: 27.83	12 / 9
202	262	198	21S	51	5.4	B5	R	1: 29.02	16 / 9
288	344	285	72N	50	6.7	A2	r	3: 15.58	16 / 9
349	22	346	11N	50	4.3	M2	R	4: 46.15	16 / 9
249	277	246	69S	50	6.8	K5	r	4: 53.52	16 / 9
207	272	209	27S	40	6.3	G9	R	2: 51.25	17 / 9
295	5	302	63N	31	6.5	K5	R	2: 52.12	18 / 9
268	341	280	89N	22	7.3	A5	r	3: 59.22	19 / 9
278	354	294	76N	15	6.7	M3	R	2: 51.32	20 / 9
291	7	308	63N	15	7.9	G5	r	2: 50.43	20 / 9
86	48	84	87N	49	5.6	K0	D	20: 0.20	1 / 10
22	332	19	22N	49	5.1	B9	D	21: 6.93	1 / 10
328	323	317	37N	85	6.1	K0	R	2: 24.08	12 / 10
247	322	262	68S	38	6.3	K0	R	2: 53.38	17 / 10
205	288	230	31S	7	7.2	K2	r	3: 55.42	21 / 10
40	347	39	43N	24	6.1	A*	D	19: 54.43	28 / 10
113	61	112	64S	24	7.1	B0	d	19: 37.57	28 / 10

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA , GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

זוויות המצב (במעלות)				תאורת הירח %	פרטי הכוכב		פרטי ההתכנסות		
AA	VA	PA	CA		בהירות	ספקטרום	מהלך	שעה	תאריך 2014
48	1	47	51N	24	7.7	A2	d	19: 1.50	28/ 10
83	12	61	80N	69	6.5	G0	d	22: 41.67	1/ 11
55	84	30	54N	94	5.7	K2	D	18: 22.45	4/ 11
80	360	56	79N	95	6.1	M2	d	1: 34.28	5/ 11
157	191	135	19S	98	4.3	K0	D	19: 6.95	5/ 11
286	346	283	81N	90	6.8	K5	r	21: 31.18	9/ 11
248	298	251	63S	82	6.3	F6	r	1: 38.28	11/ 11
247	297	250	62S	82	6.9	G8	r	1: 37.42	11/ 11
251	319	259	68S	75	3.6	A3	R	21: 53.80	11/ 11
298	6	306	65N	74	7.1	K0	r	1: 4.77	12/ 11
283	357	296	79N	66	6.2	A1	r	23: 23.82	12/ 11
246	322	263	66S	56	4.3	A5	R	23: 9.53	13/ 11
253	297	274	74S	45	7	G5	r	5: 11.15	15/ 11
342	62	6	16N	19	6.7	K0	r	3: 38.65	18/ 11
271	343	296	86N	19	7.4	G4	r	5: 4.17	18/ 11
231	310	255	53S	12	7.8	K0	r	4: 14.98	19/ 11
87	36	70	88N	30	6.9	K4	D	18: 20.63	27/ 11
27	322	6	27N	42	6.5	K0	d	19: 59.18	28/ 11
65	353	55	85S	0	3.8	G8	D	1: 56.07	6/ 12
90	17	80	59S	0	4.8	A7	d	2: 30.33	6/ 12
238	199	239	41S	98	6.4	K1	r	1: 40.85	8/ 12
323	260	324	53N	97	6.6	K2	r	4: 31.42	8/ 12
247	223	264	64S	80	6.7	M3	r	4: 32.55	11/ 12
156	83	133	24S	27	6.2	F7	D	19: 23.63	26/ 12
126	66	102	55S	60	6	G6	D	19: 48.85	29/ 12

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA , GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נספח ז

כוכבים משתנים ארוכי מחזור

כוכבים משתנים הם כוכבים המשנים את עצמת אורם. יש כמה וכמה סיבות לשינויי אורם של כוכבים: חלקם נגרמים בגלל ליקויים (כאשר שני כוכבים סובבים זה את זה ומסתירים זה את זה מאיתנו), ושינויים הנובעים מסיבות פיזיקליות הקשורות בכוכבים עצמם. ביומן השמים מובאים זמני מינימה (בה אור הכוכב מצוי בשפל) ומקסימה של כוכבים ארוכי מחזור, מטיפוס מירה (הכוכב אומיקרון בקבוצת לויתן). כמו כן, מובאים זמני מינימה של הכוכב אלגול בקבוצת פרסאוס, שהוא מערכת לוקה.

השינויים בעוצמת אורם של כוכבים מסוגו של מירה נגרמים מפעילות. שלב הפעילה הוא השלב האחרון בחייהם של כוכבים קלים, בעלי 2 מסות שמש לכל היותר, לפני שלב הערפילית הפלנטרית. בשלב הפעילה מגיע קוטרם של הכוכבים האלה, שהם כעת ענקים אדומים, לממדים מדהימים של מאות פעמים מקוטרם בשלב הסדרה הראשית. קוטרו של מירה, שהוא בעל 2 מסות שמש, מוערך ב-300 קוטרי שמש בשעה שבהירותו היא במקסימום! בשלב זה של חייהם מאבדים הכוכבים מסה בקצב שנע בין 10-4 ל-10-7 מסות שמש בשנה. איבוד המסה יוצר מעטפת אבק מולקולרי קר שאופף את הכוכב ואחראי לקווי הפליטה בספקטרום. כמו כן מכילה המעטפת הקרה אדי מים שאחראים לתופעת מייזורים (על משקל "לייזר", אלא שבמקרה של הכוכבים הקרים הללו מוגברים קווי פליטה בתחום קרינת המיקרו על ידי מולקולות מסוימות, כגון מולקולות מים ומולקולות אחרות שמכילות את המולקולה OH. במעטפת של מירה אחראיות מולקולות SiO ליצירת תוצא המייזור). מעטפת הגז והאבק העוטפת את הכוכב בולעת ביעילות את אור הכוכב ופולטת אותו באורכי גל ארוכים יותר, בעיקר בתחום התת-אדום באורכי גל ארוכים מ-10 ננו-מטר. בספקטרום של הכוכב אפשר למצוא קווי פליטה בהירים של מימן, לצד קווים של מולקולות CO וכן מולקולות טיטניום אוקסיד, שאופייניים לכוכבי M. צילום בתחום ה-UV גילה שובל ארוך של חומר שנמשך מהכוכב.

מסת הכוכבים המשתנים ארוכי המחזור עשויה לנוע בין 0.7 ל-1.5 מסות שמש וקוטרם נע בין 215 ל-390 קוטרי שמש. זמן המחזור הממוצע של שינויי הבהירות שלהם גדל בהתאם לסוג הספקטרום של הכוכב ומתאים ל-300 ימים לכוכבים מסוג M, 360 יום לכוכבים מטיפוס S ו-400 יום לכוכבים מטיפוס C. ייתכן שיש מסלול התפתחות מכוכבי M פועמים לכוכבי C פועמים. המנגנון של פעימת הכוכב האחראית לרוח הכוכבית החזקה גורם גם לזרימה של חומר מתוך הכוכב אל האזורים החיצוניים שלו. מנגנון הפעילה אינו ברור דיו, אך יש מודלים שמראים שהכוכב משנה את קוטרו ב-20% בין מקסימום למינימום וכי הפעילה היא רדיאלית (פני הכוכב מתפשטים ומתכווצים, ולפיכך נראים כמתקרבים אל הצופה ומתרחקים ממנו). הפעילה נגרמת הן בשל אי יציבות בגרעין ההליום של הכוכב והן בשל שכבות של מימן מולקולרי שמצויות מתחת לפני השטח של הכוכב ומשמשות מעין שסתום שמווסת את זרימת הקרינה מפנים הכוכב אל המעטפת החיצונית שלו. בדפים הבאים מובאות מפות למציאת כמה מהכוכבים המשתנים המוזכרים ביומן השמים

את השינויים בעוצמת אורו של הכוכב המשתנה מציגים על עקומת האור שלו. בציר האופקי מוצג הזמן ובציר האנכי מוצג השינוי בהירות הכוכב. המרחק בין שני שיאי בהירות עוקבים קרוי זמן המחזור של הכוכב. אם במשך זמן המחזור יש שני שיאי בהירות או יותר, ייקרא השיא הגבוה יותר מקסימום ראשי והשיא הבא אחריו (מבחינת דרגת הבהירות) ייקרא מקסימום משני. כאשר יש כמה דרגות מינימום, ייקרא המינימום הנמוך ביותר מינימום ראשי. זמן המחזור של הכוכב נמדד בין שתי דרגות מינימום ראשיות עוקבות. ההפרש בין דרגת הבהירות בעת המקסימום הראשי ובין דרגת הבהירות בעת המינימום הראשי הוא מידת השינוי בהירותו.

טבלת הכוכבים המשתנים המוזכרים ביומן השמים. בטבלה מצוינות בהירויות המקסימום והמינימום, הסוג הספקטרלי וזמן המחזור בימים

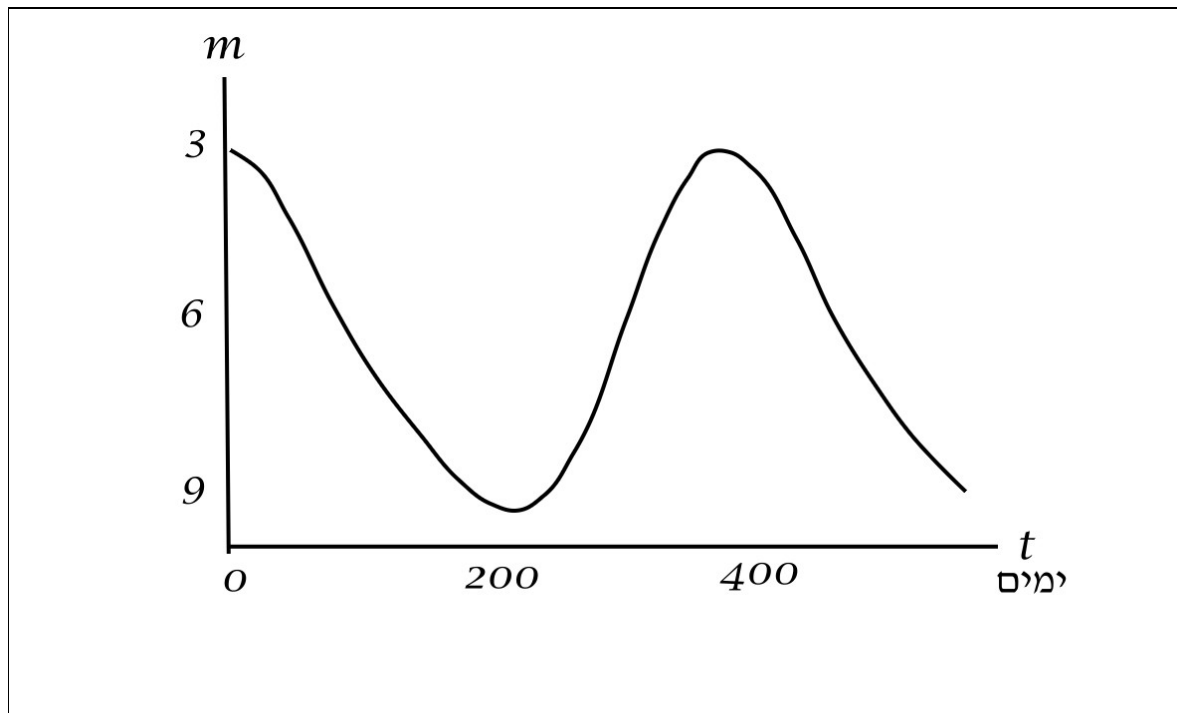
קבוצת הכוכבים	שם הכוכב	סוג ספקטרלי	זמן מחזור בימים	בהירות מינימום	בהירות מקסימום
CHI CYG	S6,2E-S10,4E	408.05	13.4	5.2	
OMI CET	GM5E-M9E	331.96	9.3	3.4	
R AND	GM5E-M9E	331.96	9.3	3.4	
R AQL	M5E-M9E	284.2	11.5	6.1	
R AQR	M5E-M9E	284.2	11.5	6.1	
R AUR	M5E-M9E	284.2	11.5	6.1	
R BOO	M6.5E-M9E	457.51	13.3	7.7	
R CAS	M6.5E-M9E	457.51	13.3	7.7	
R CNC	M3E-M8E	223.4	12.3	7.2	
R CRV	M3E-M8E	223.4	12.3	7.2	
R CVN	M6E-M10E	430.46	12.6	7	
R CYG	M6E-M10E	430.46	12.6	7	
R DRA	M6E-M9E	361.6	11.2	6.8	
R GEM	M6E-M9E	361.6	11.2	6.8	
R LEO	M4.5E-M9E	317.03	13.8	7.5	
R LEP	M4.5E-M9E	317.03	13.8	7.5	
R LMI	GM5.5E-M9E	328.53	11.9	7.7	
R LYN	GM5.5E-M9E	328.53	11.9	7.7	
R OPH	S3,9E-S6,8E	426.45	13.9	7.5	
R PEG	S3,9E-S6,8E	426.45	13.9	7.5	
R SER	M5E-M9E	245.6	12.4	7.6	
R SGR	M5E-M9E	245.6	12.4	7.6	
R TRI	S2,9E-S8,9E	369.91	13.5	7.1	
R UMA	S2,9E-S8,9E	369.91	13.5	7.1	
R VIR	M6-M7e	388.87	9.5	4.5	
RS HER	M6-M7e	388.87	9.5	4.5	
RT CYG	M6.0E-M9.5E	309.95	10	5.8	
S CMI	M6.0E-M9.5E	309.95	10	5.8	
S CRB	N6E(C7E)	427.07	9.6	6.8	
S HER	N6E(C7E)	427.07	9.6	6.8	
S HYA	M6.5E-M9.0E	372.19	12.6	7.1	
S UMA	M6.5E-M9.0E	372.19	12.6	7.1	
S VIR	S2.5,5E-S6,8E:	378.75	13.8	7.9	
SS VIR	S2.5,5E-S6,8E:	378.75	13.8	7.9	
T AQR	M4E-M6E	306.5	13.3	7.6	
T CAS	M4E-M6E	306.5	13.3	7.6	
T CEP	M6E-M9E	378.1	13.2	7.8	
T HYA	M5E-M9E	378.1	13.2	7.8	

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA , GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

קבוצת הכוכבים	שם הכוכב	סוג ספקטרלי	זמן מחזור בימים	בהירות מינימום	בהירות מקסימום
T UMA		M5E-M9E	356.41	13.4	6.9
U ARI		M4E-M6E	356.41	13.4	6.9
U CET		M4E-M6E	269.84	12.5	7.3
U CYG		M4E-M6E	269.84	12.5	7.3
U HER		M4E-M6E	269.84	12.5	7.3
U ORI		M4E-M8E	266.9	11.7	6.2
V CAS		M4E-M8E	266.9	11.7	6.2
V CNC		M4E-M8E	266.9	11.7	6.2
V CRB		M3E-M9E	301.62	13	7.5
V MON		M3E-M9E	301.62	13	7.5
V OPH		M3.5E-M8.5E	145.63	11.5	6.9
W AND		M3.5E-M8.5E	145.63	11.5	6.9
W CET		M3.5E-M8.5E	145.63	11.5	6.9
W LYN		M3.5E-M8.5E	145.63	11.5	6.9
W LYR		M3.5E-M8.5E	145.63	11.5	6.9
X OPH		M4E-M8E	219.7	12.5	7.9

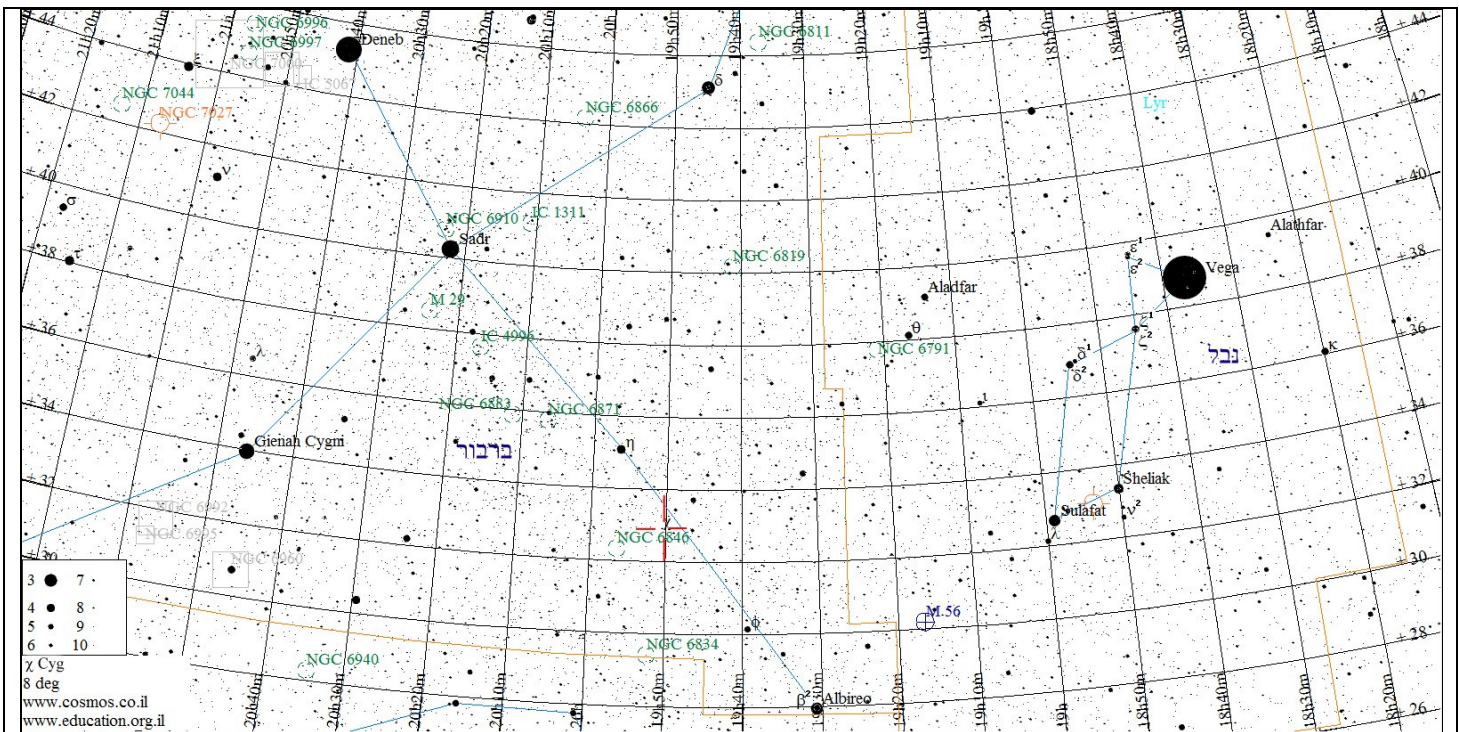


עקומת האור של הכוכב **מירה** בקבוצת **לווייתן**. אף שזמן המחזור ארוך מאוד, צורת הגרף חלקה ונקייה.

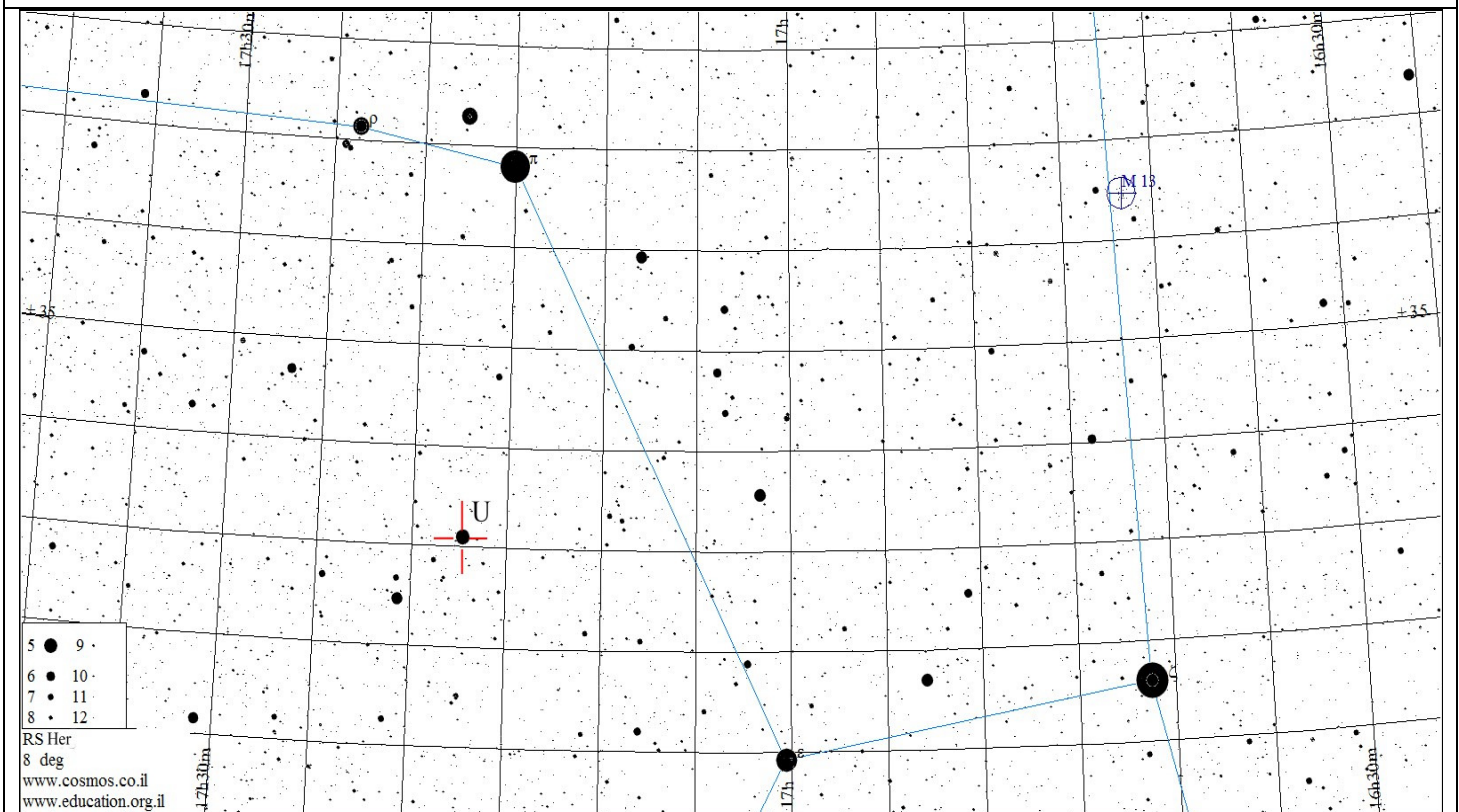
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



חַי בִּרְבוֹר הכוכב המשתנה

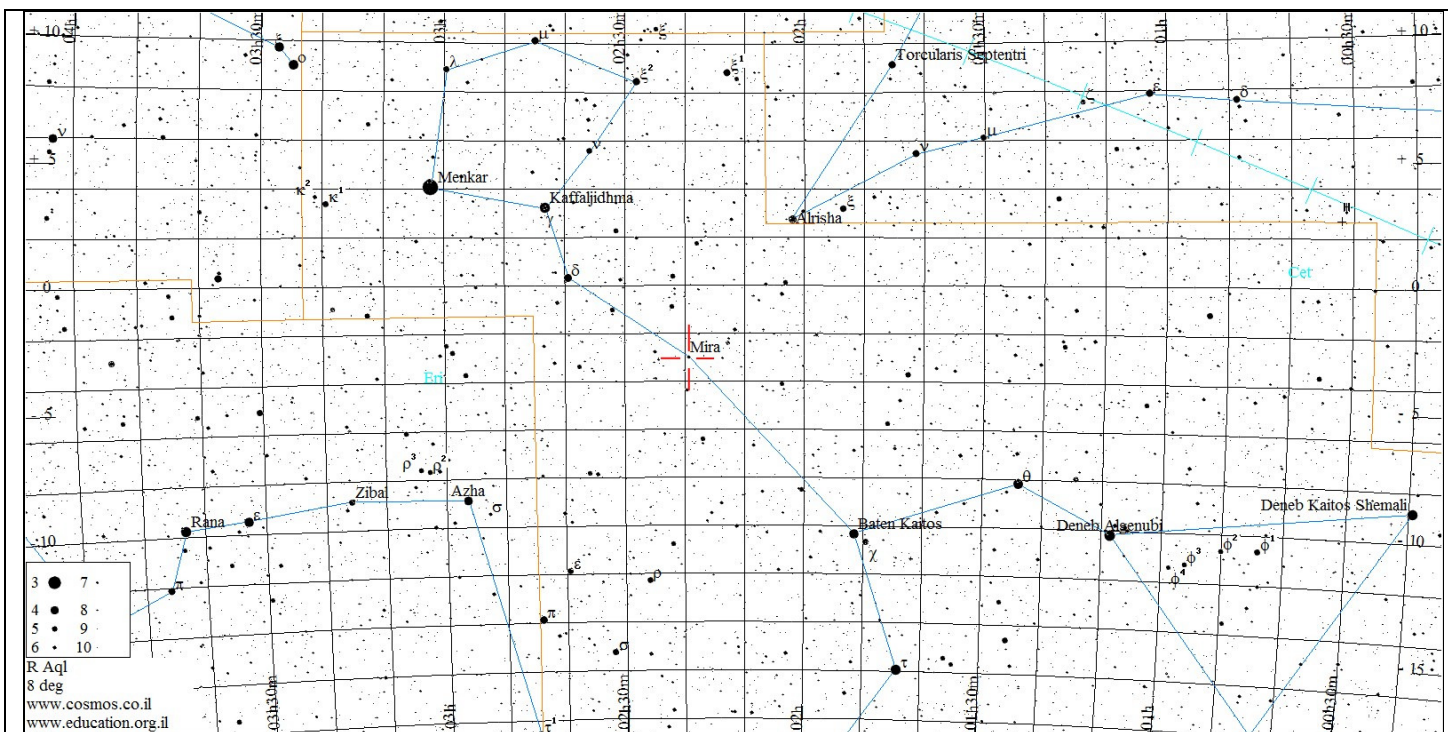


הַקְּבוּצָה הֶרְקוּלֵס RS הכוכב המשתנה

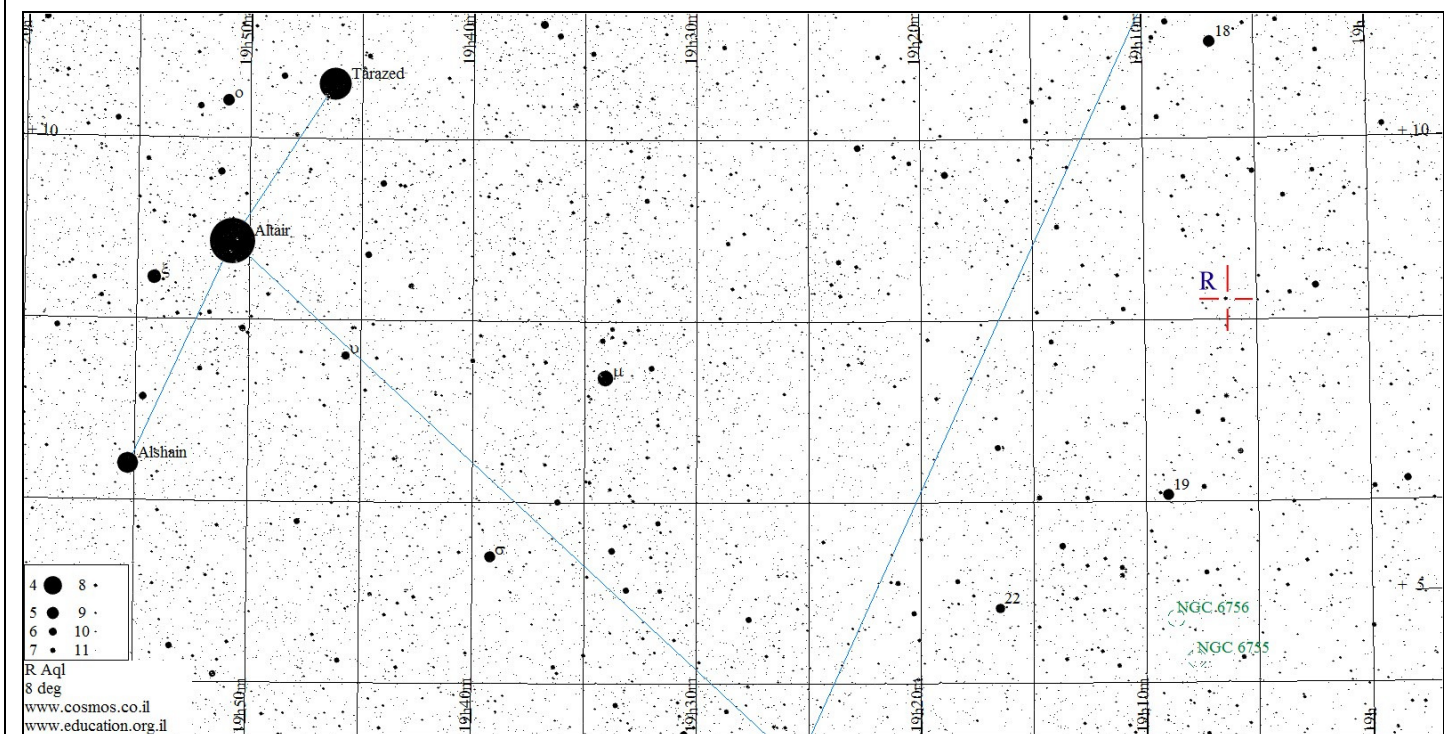
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



מירה – אוימקרון לווייתן

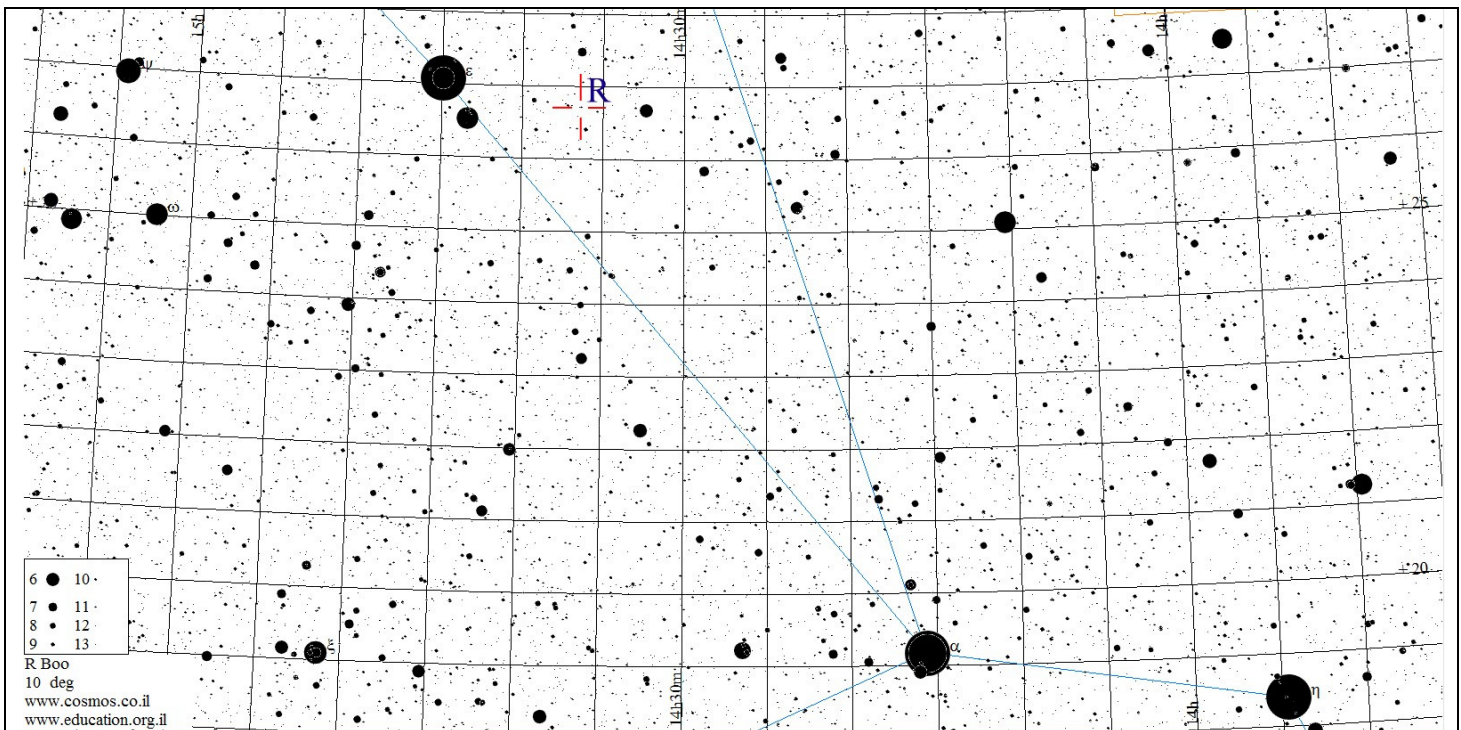


R Aql

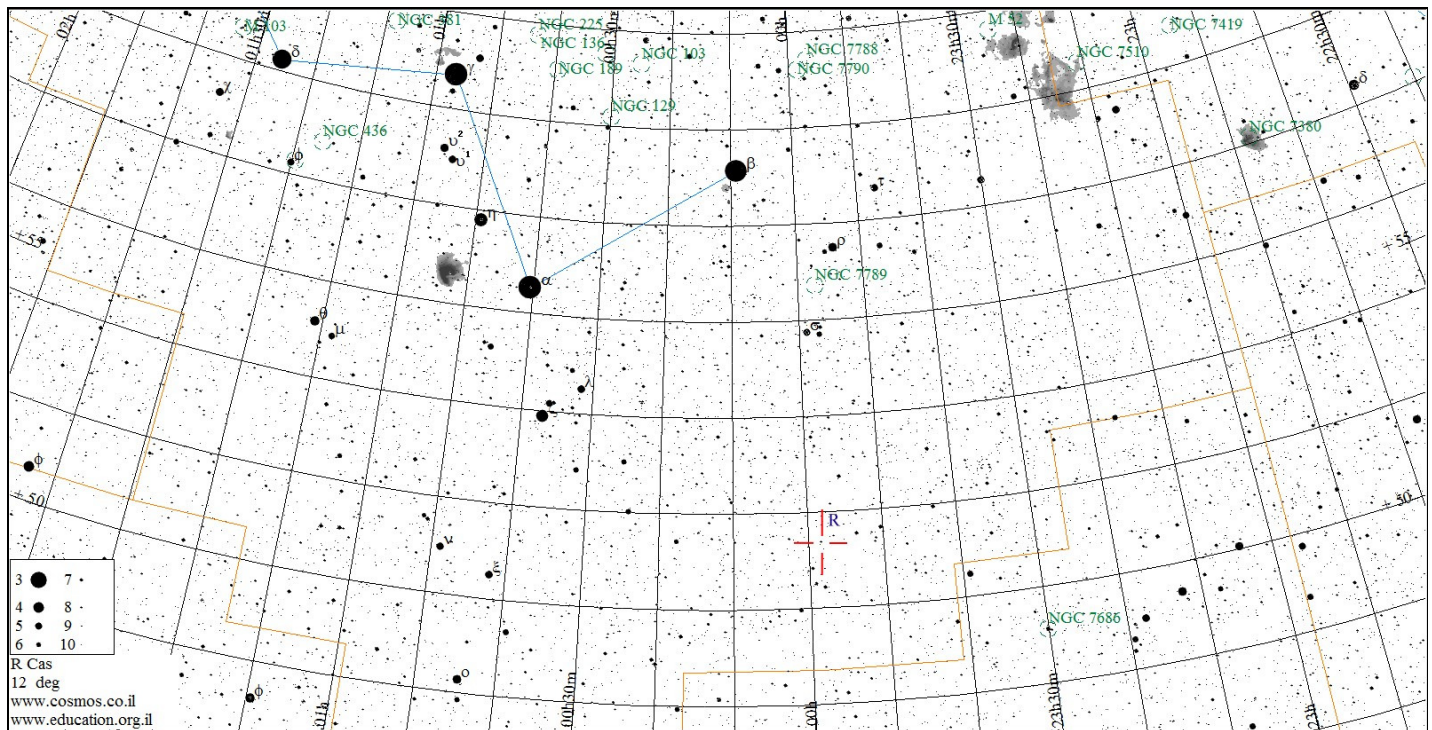
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



R Boo

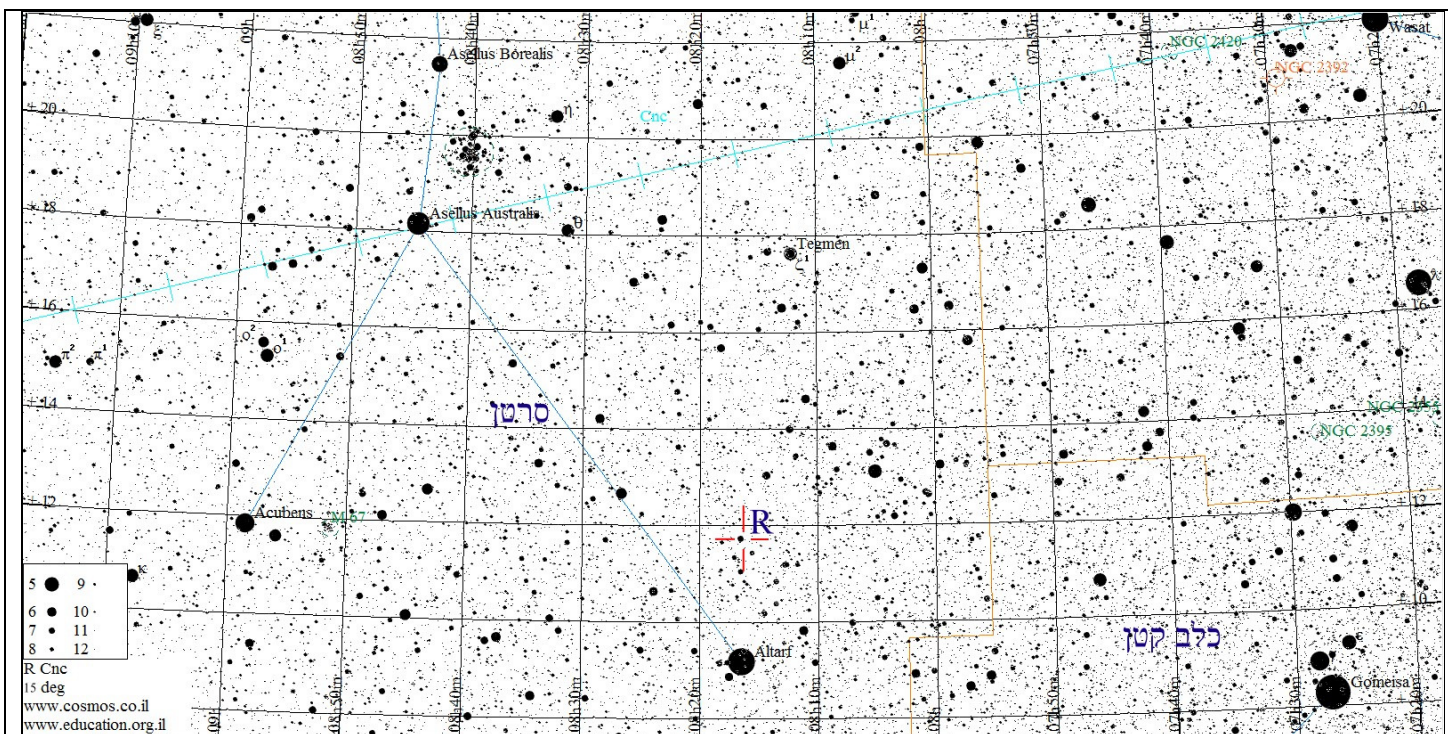


R Cas

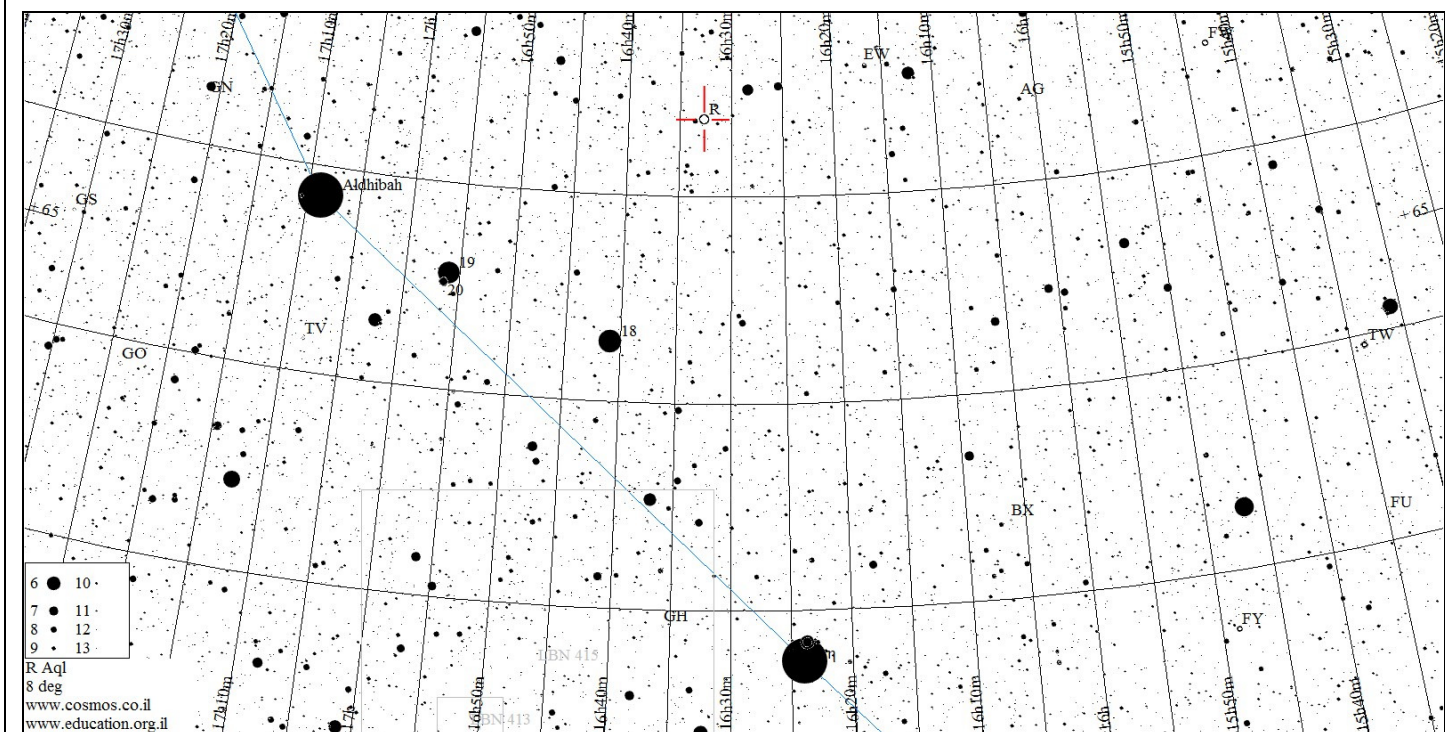
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



R Cnc

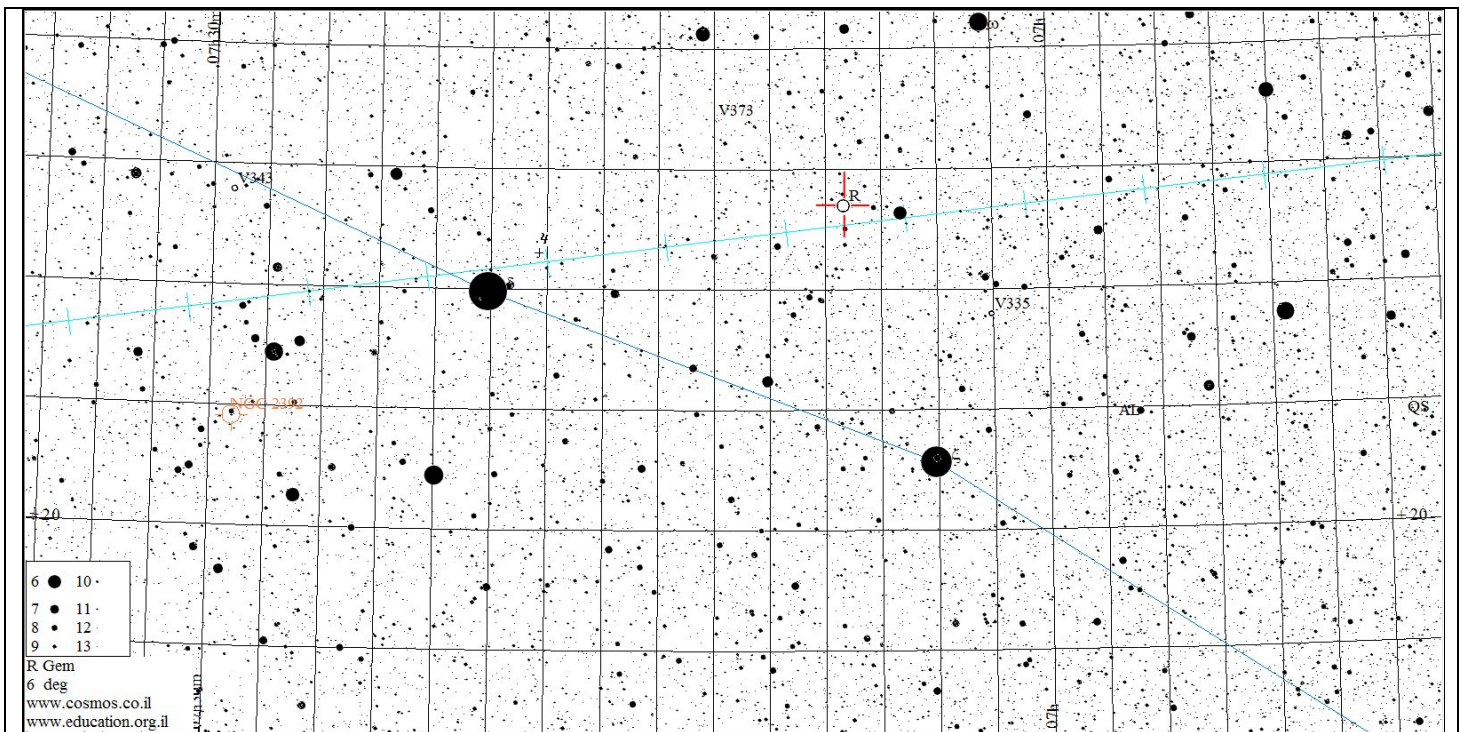


R Dra

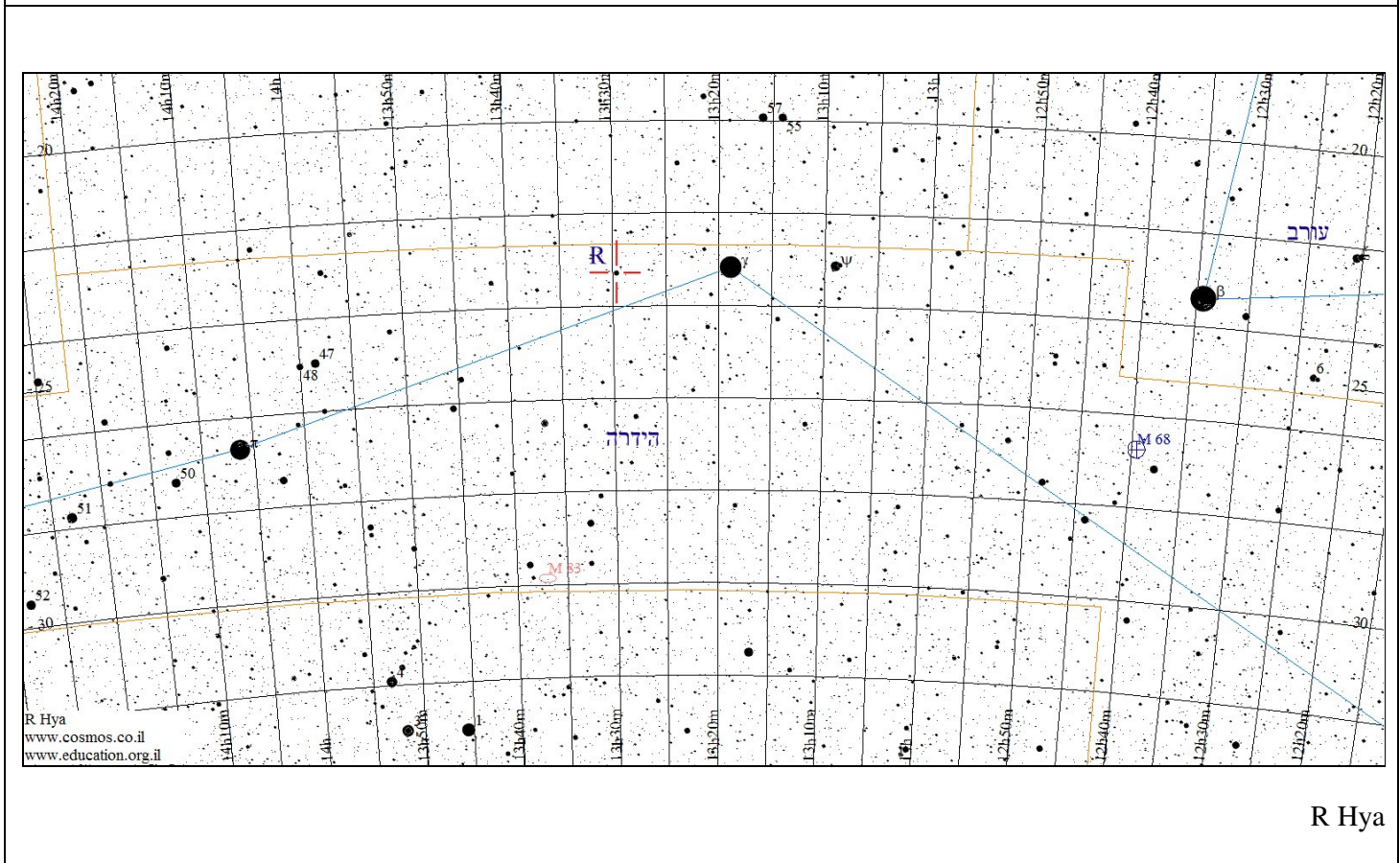
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



R Gem

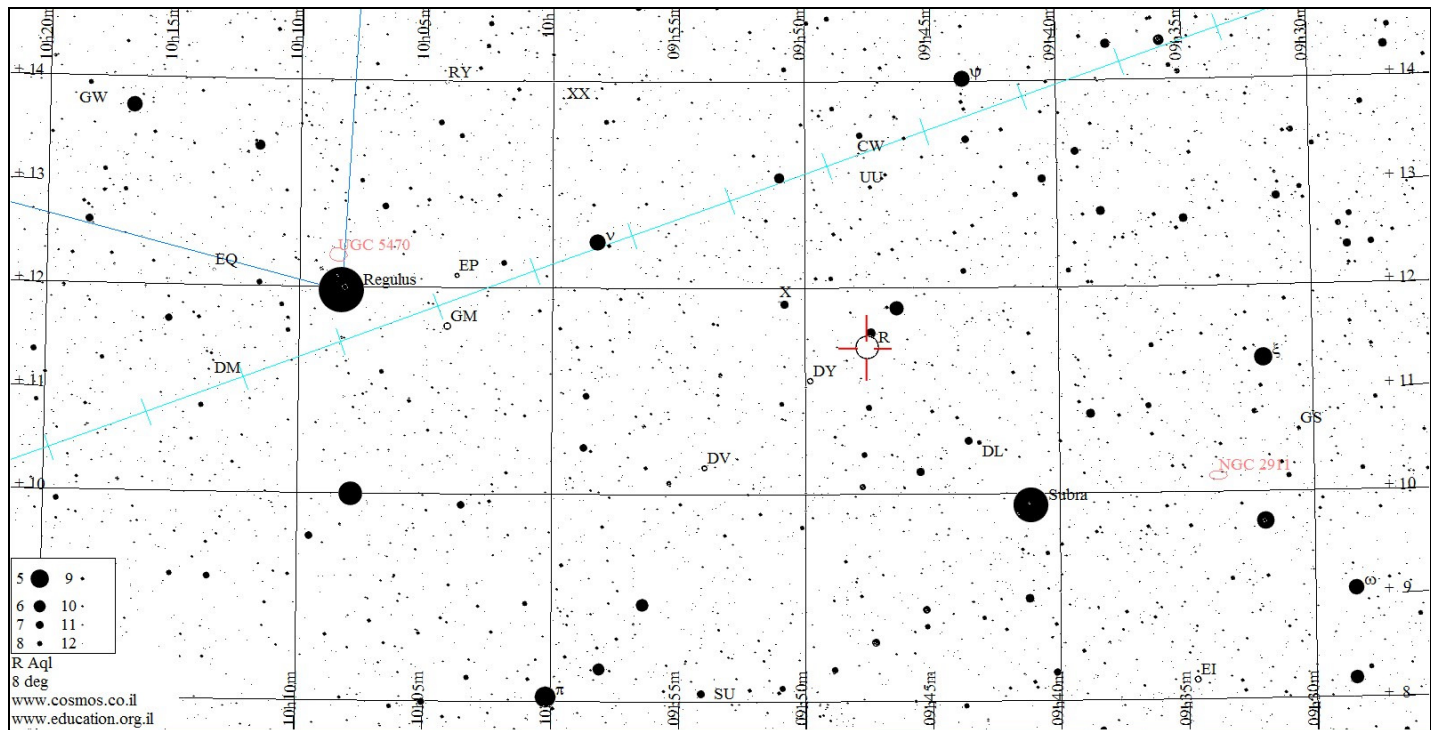


R Hya

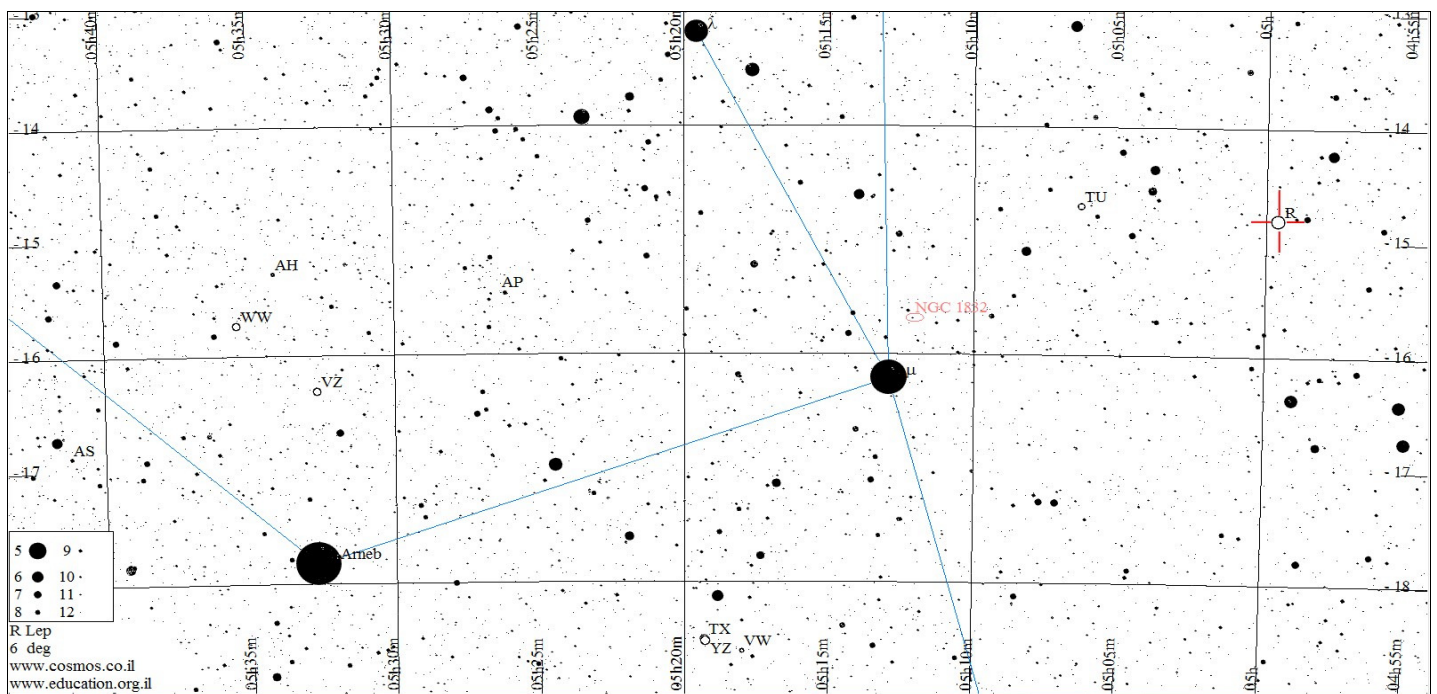
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



R Leo

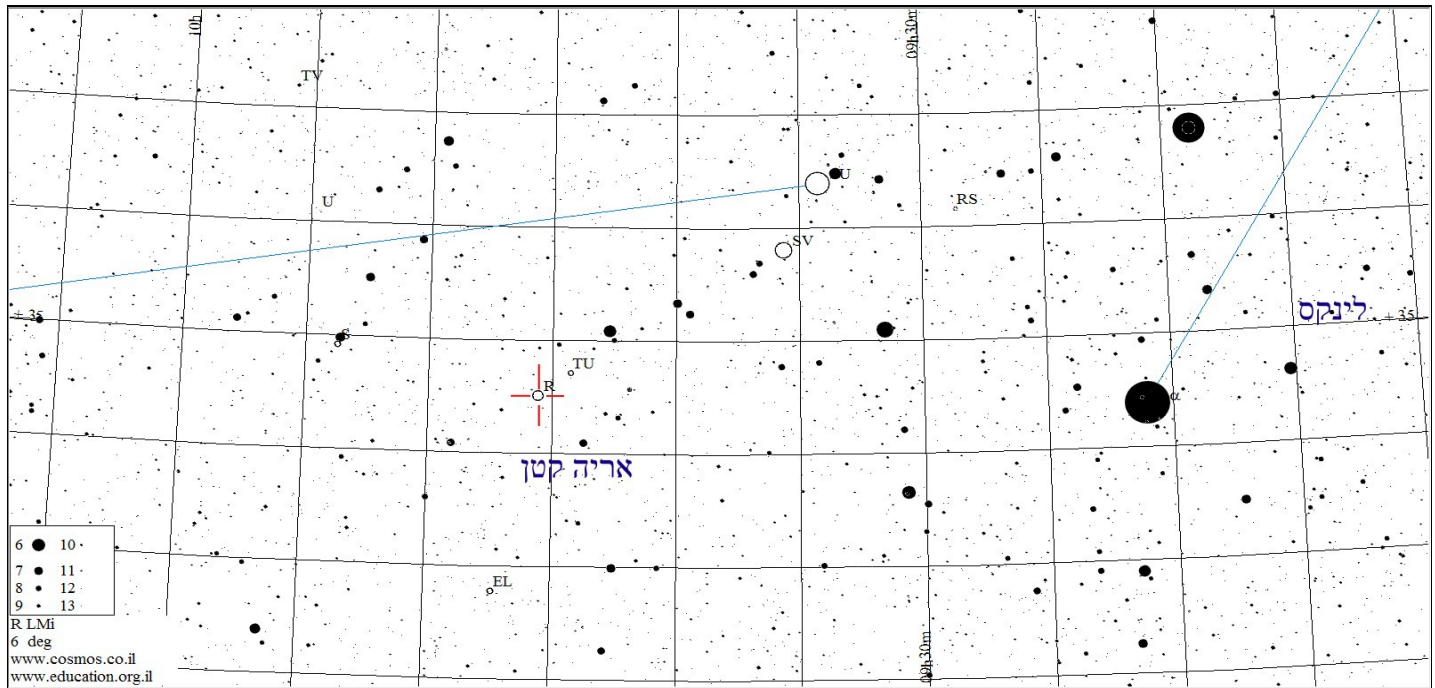


R Lep

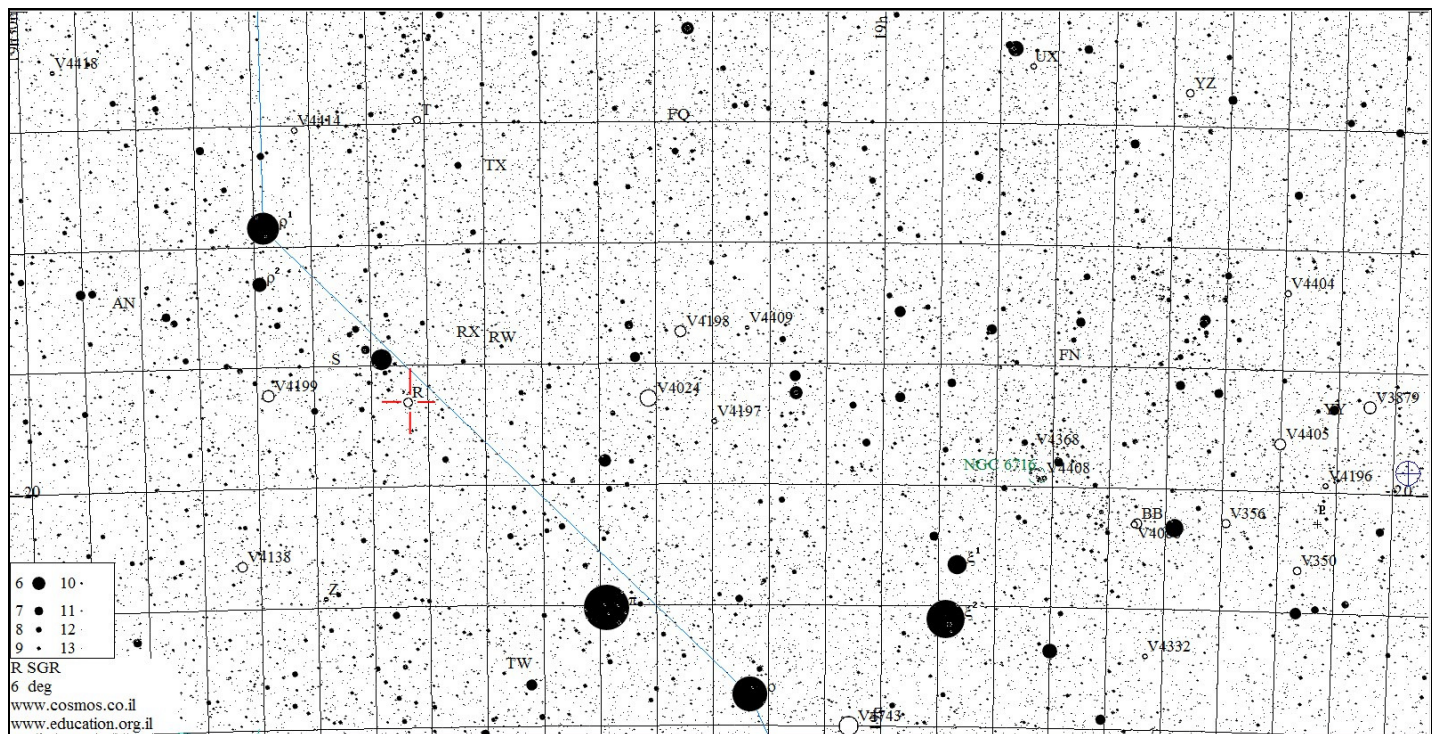
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



R LMi

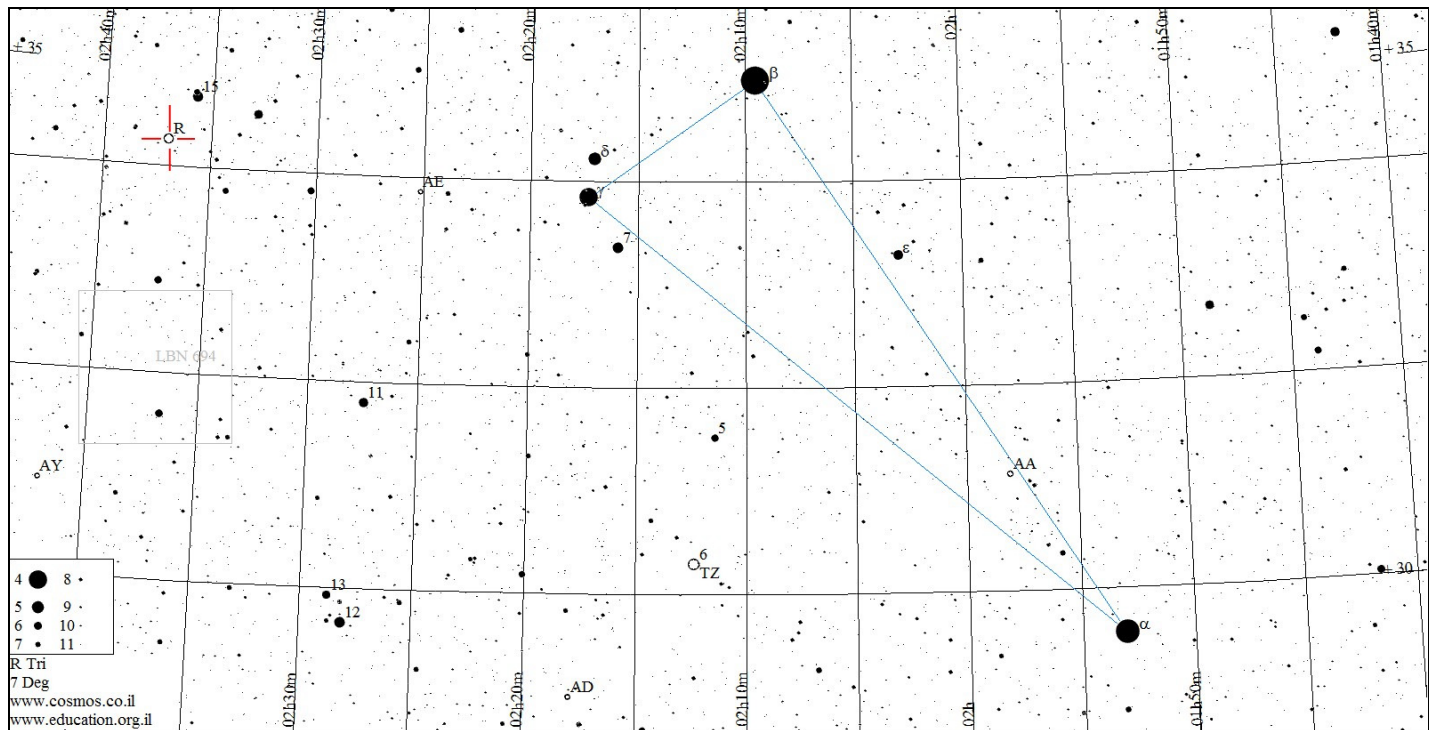


R Sgr

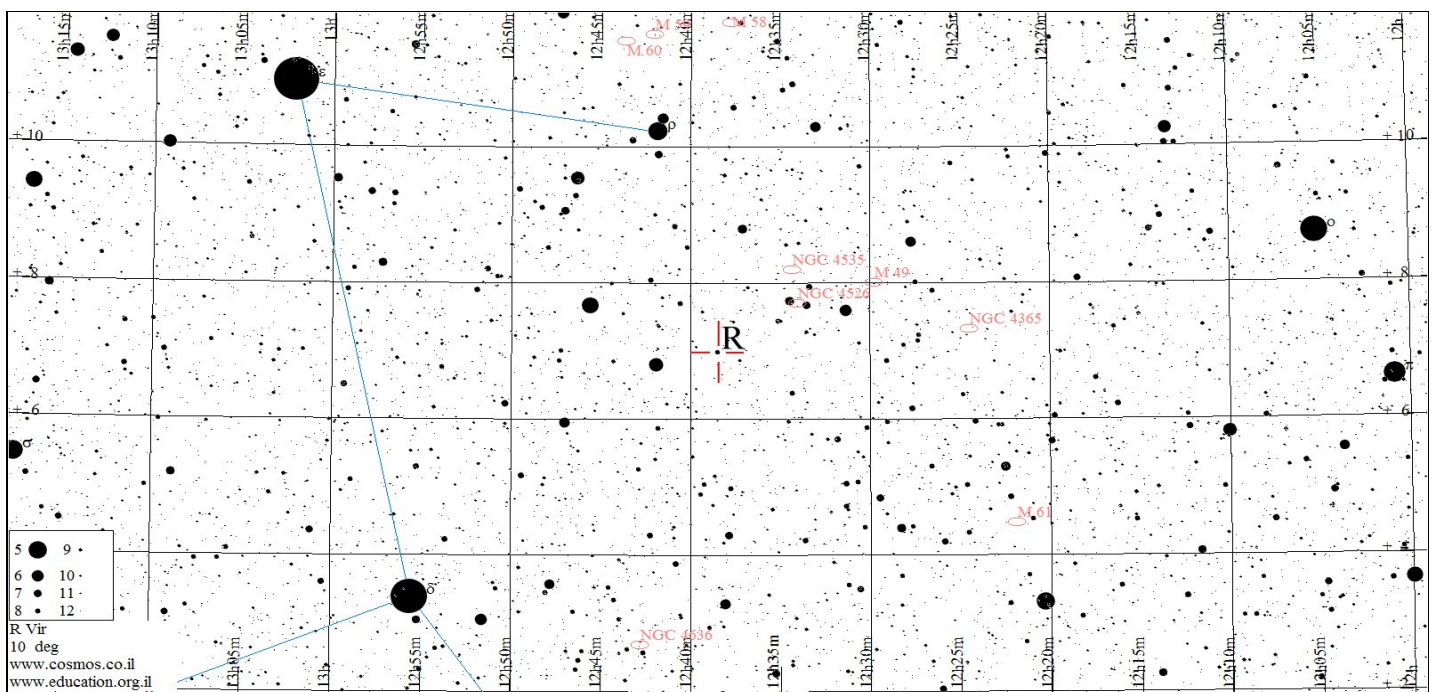
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



R Tri

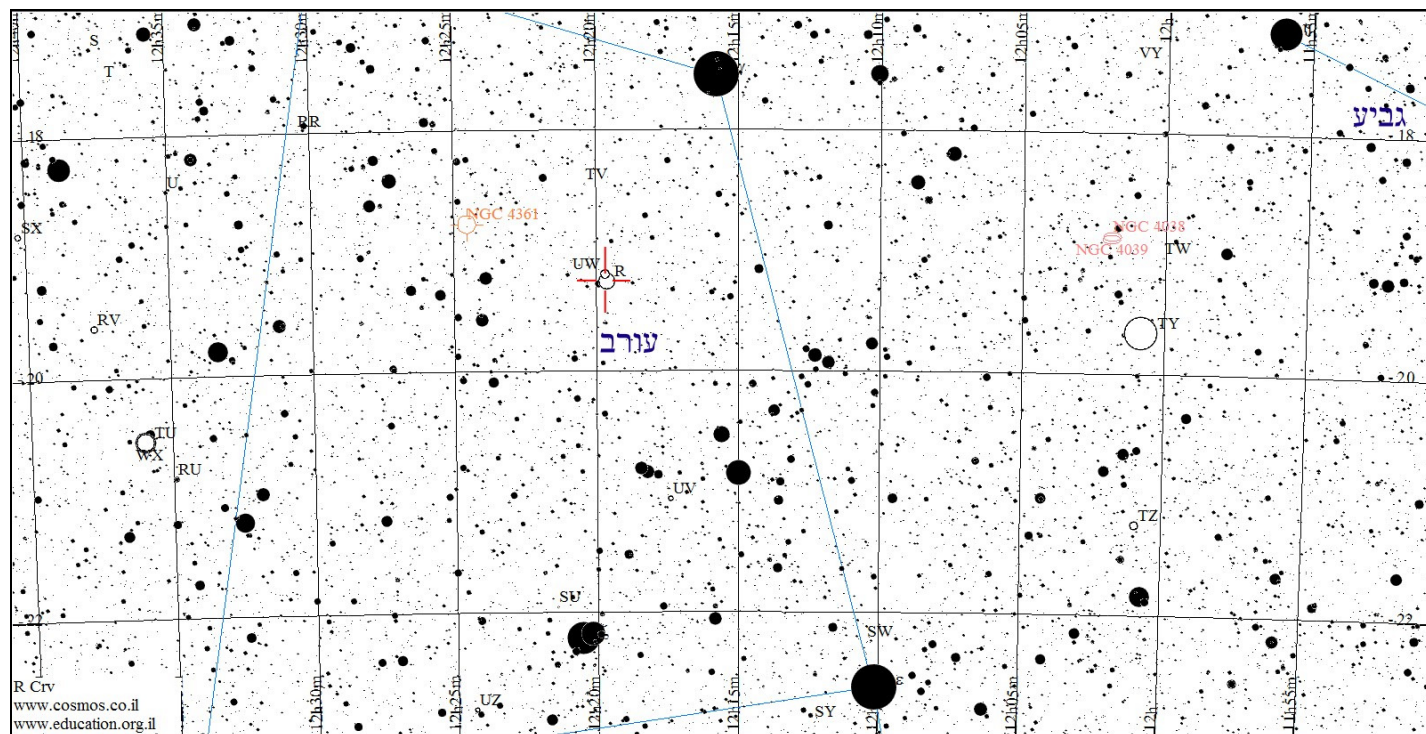


R Vir

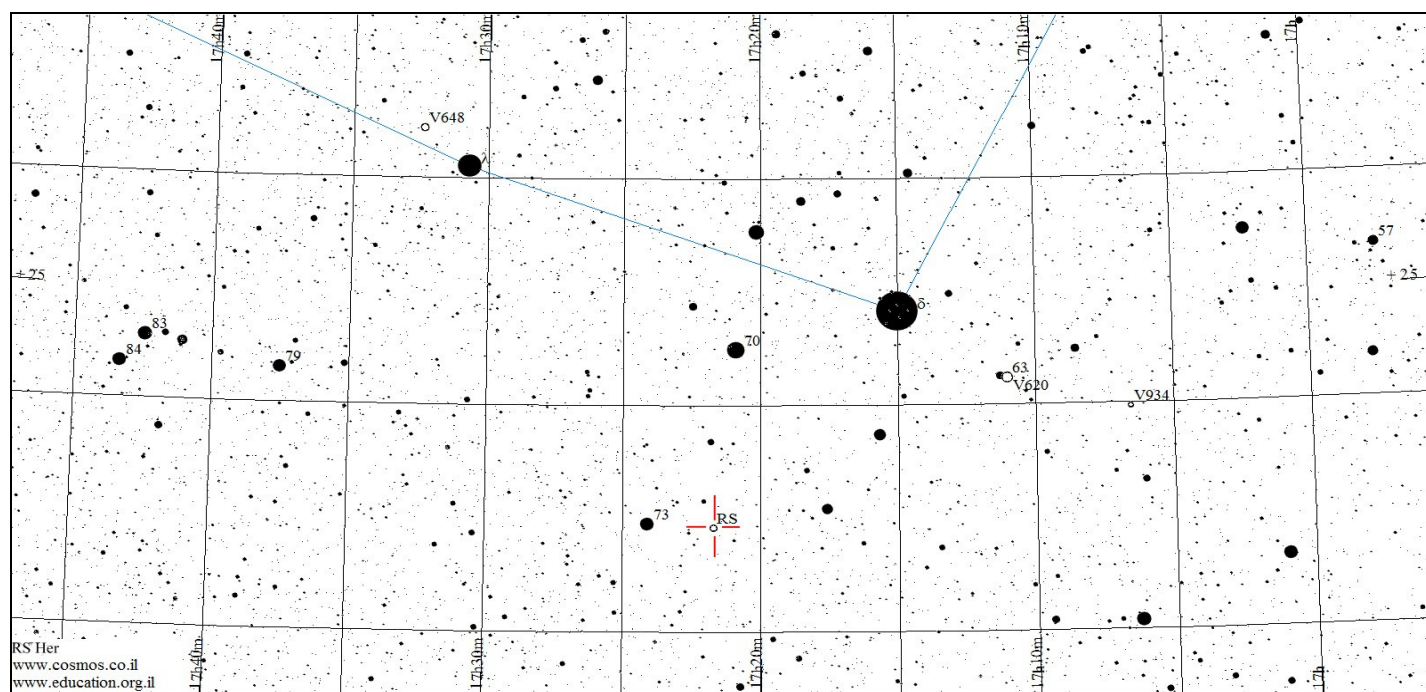
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA , GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



R Crv

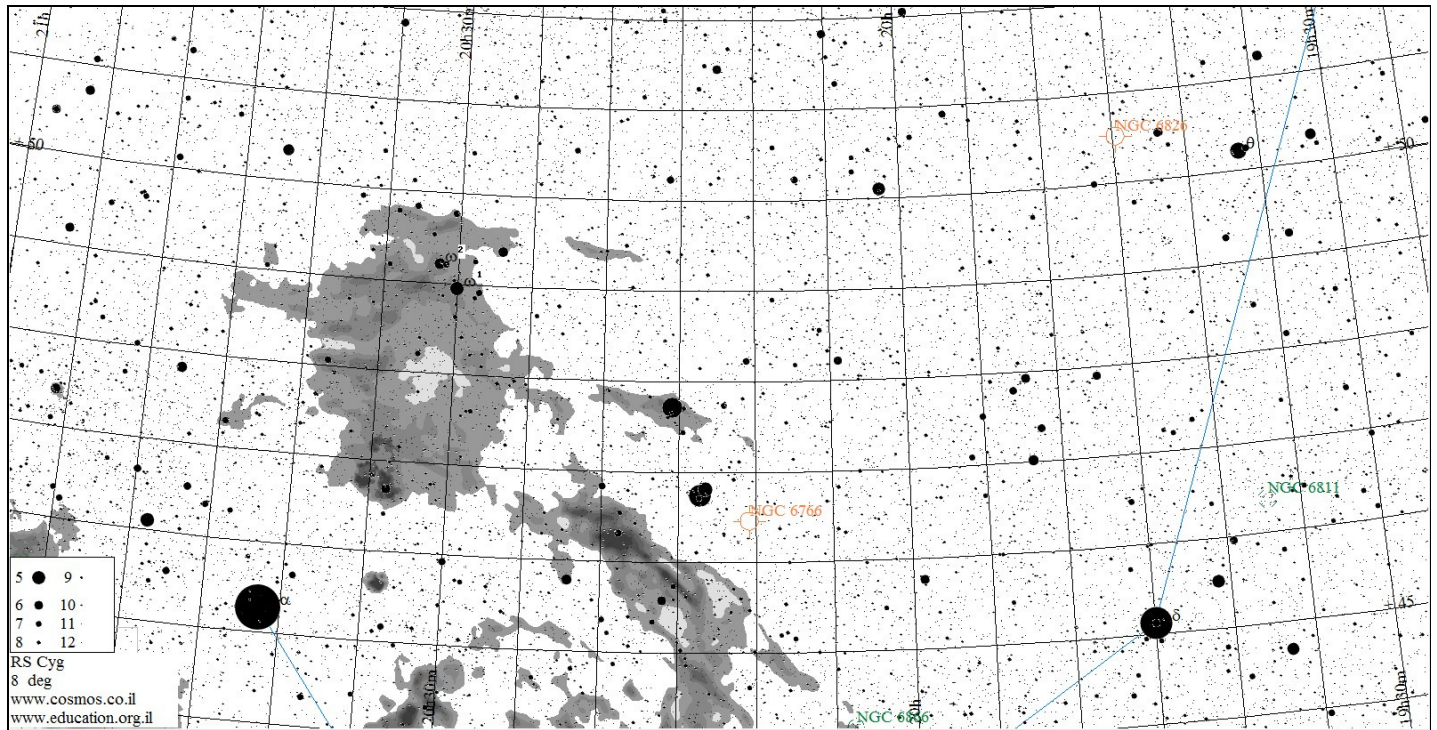


RS Her

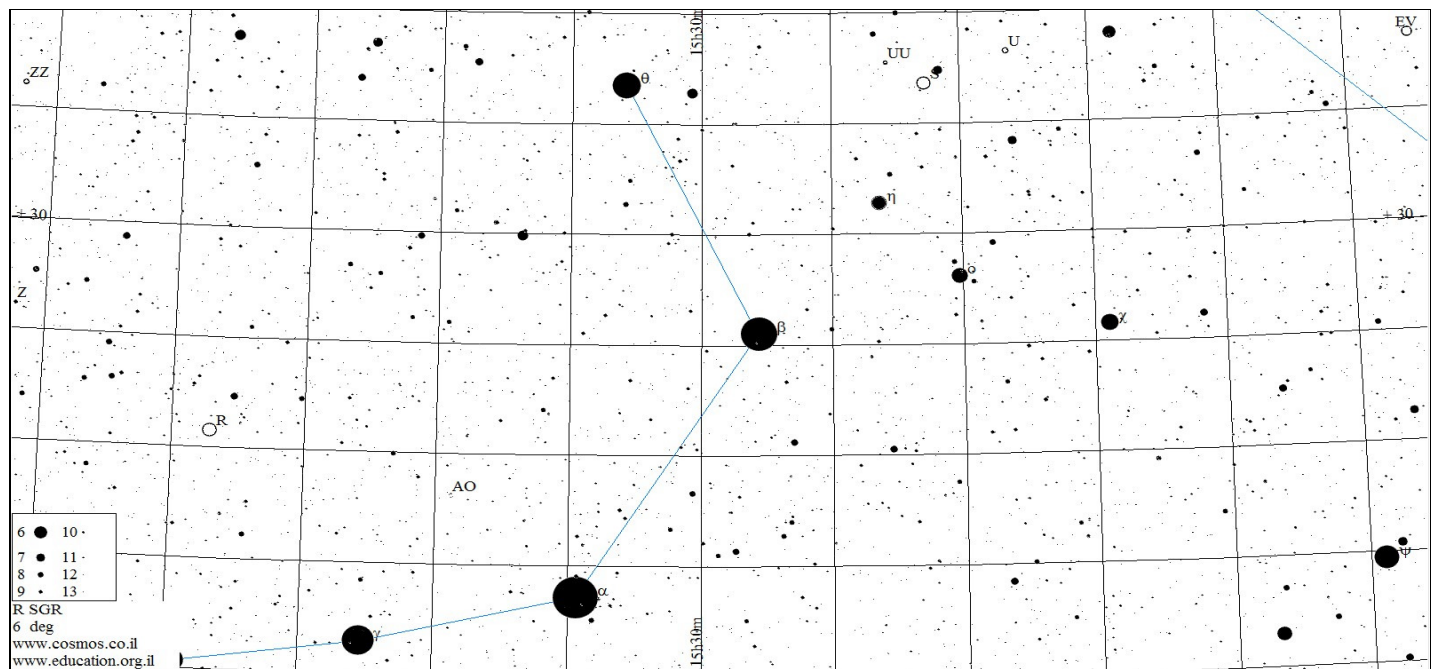
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



RT Cyg

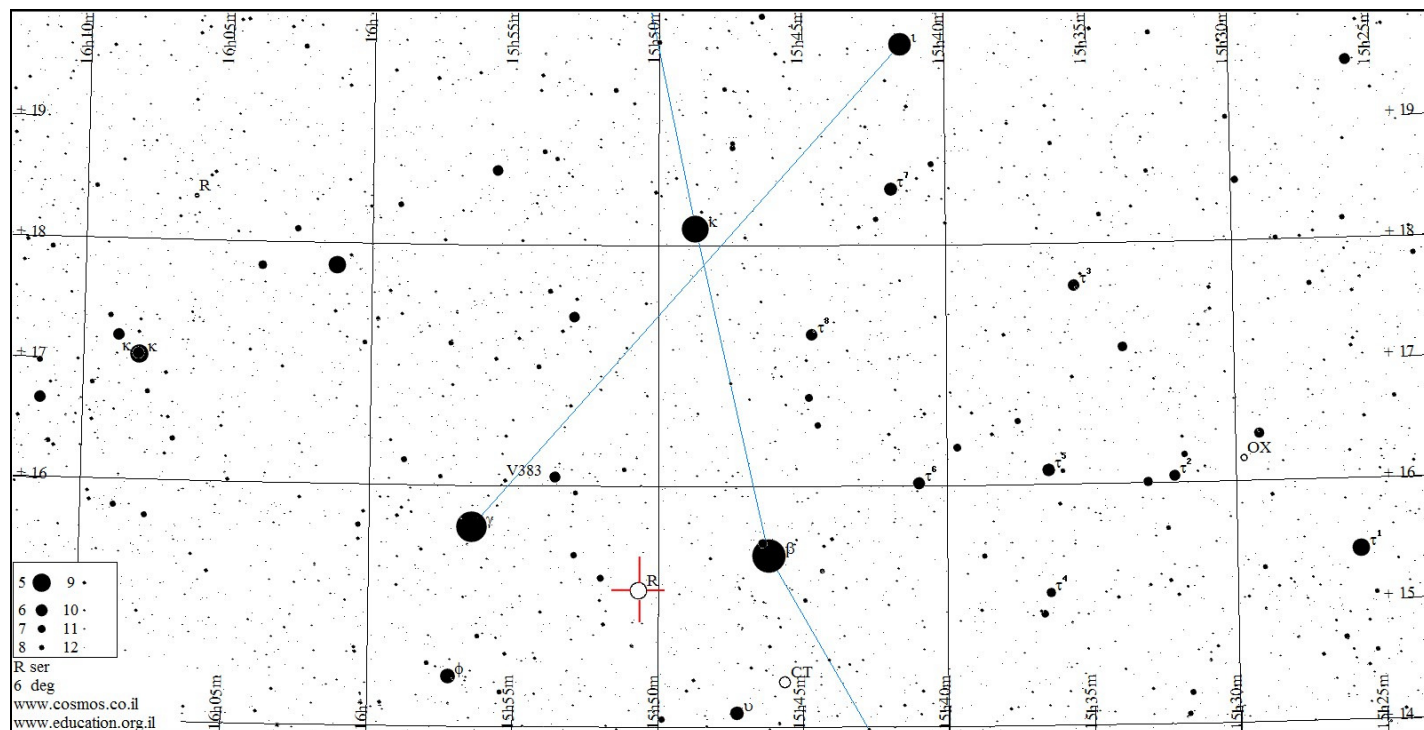


S CrB

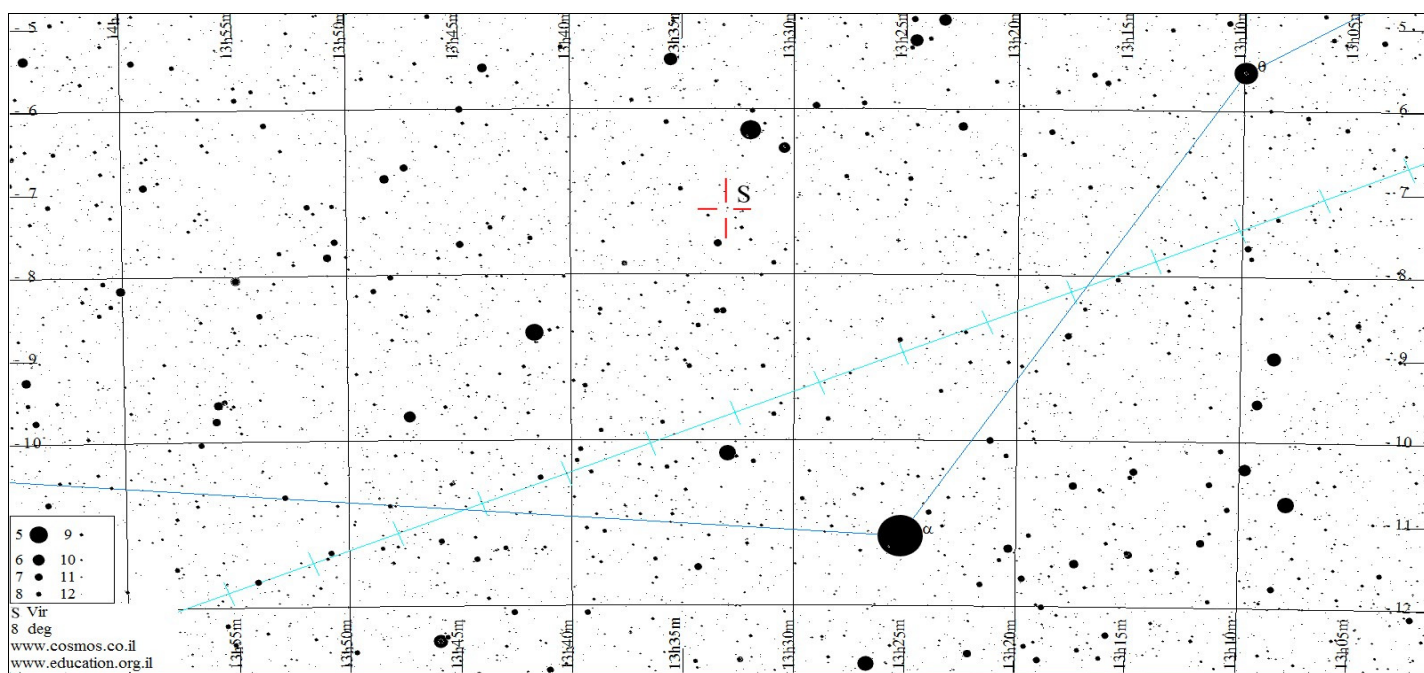
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



S Ser

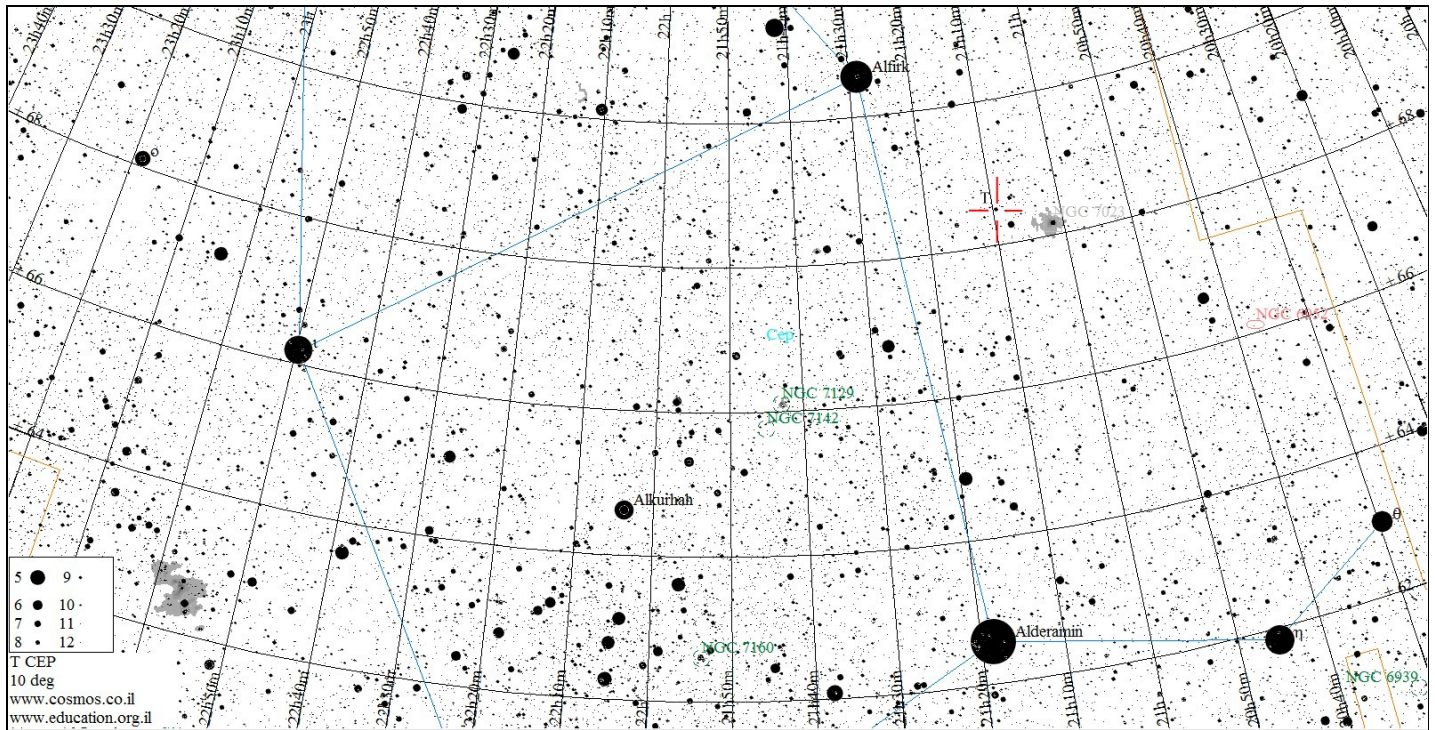


S Vir

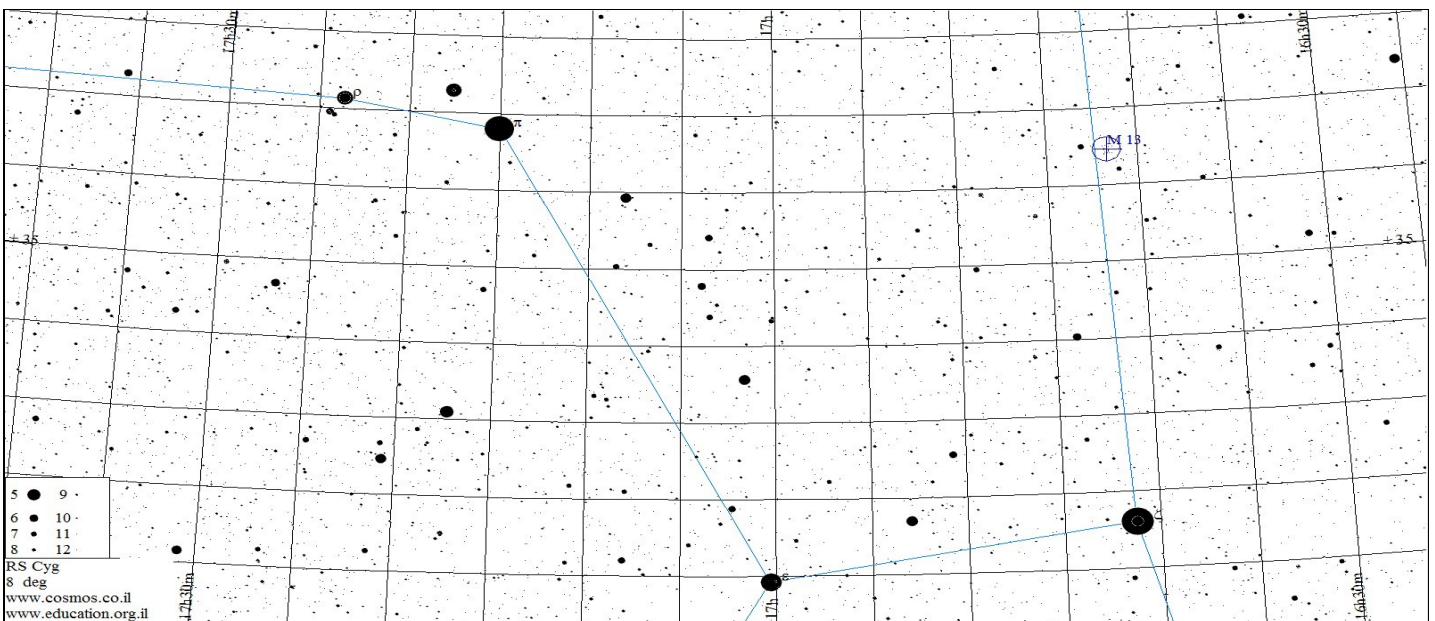
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



T Cep



U Her

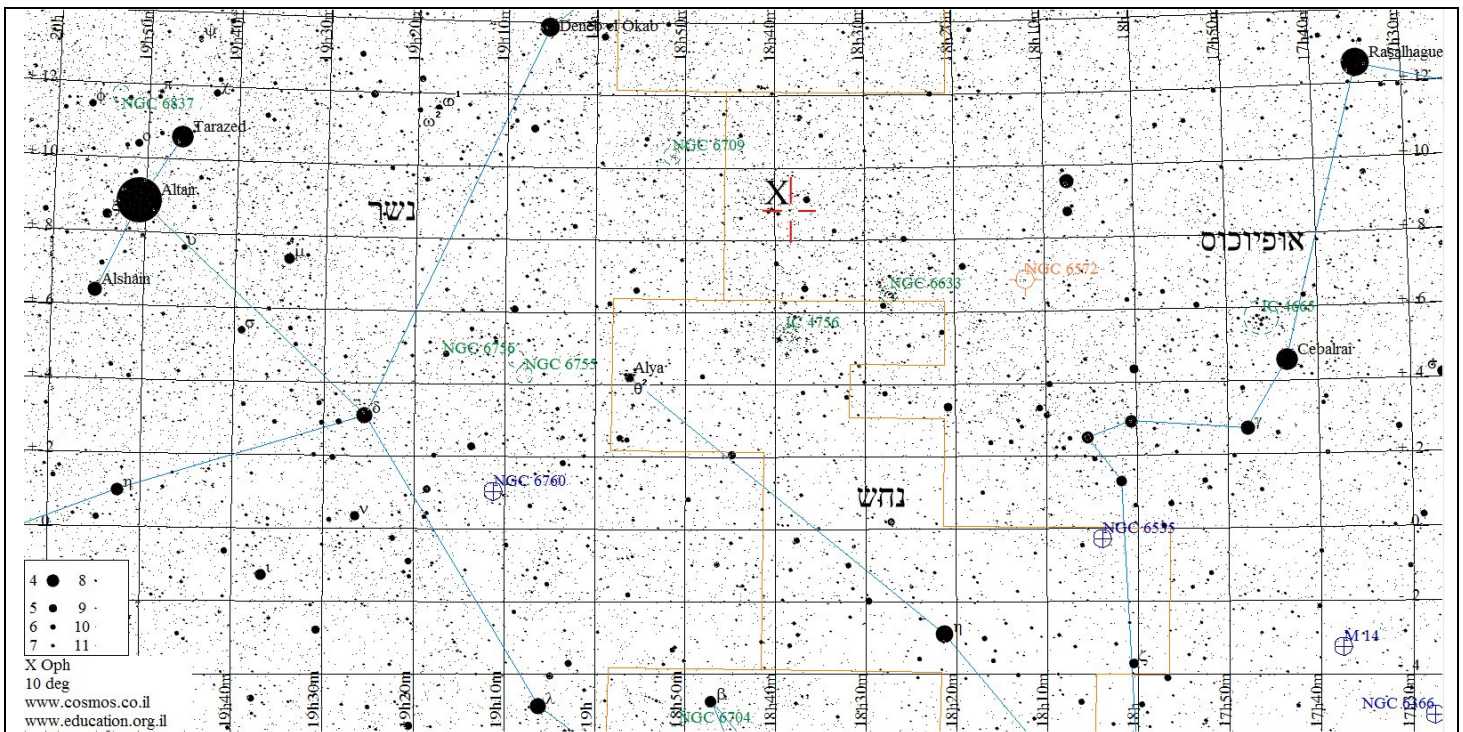
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן, טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



X Oph

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נספח ח'

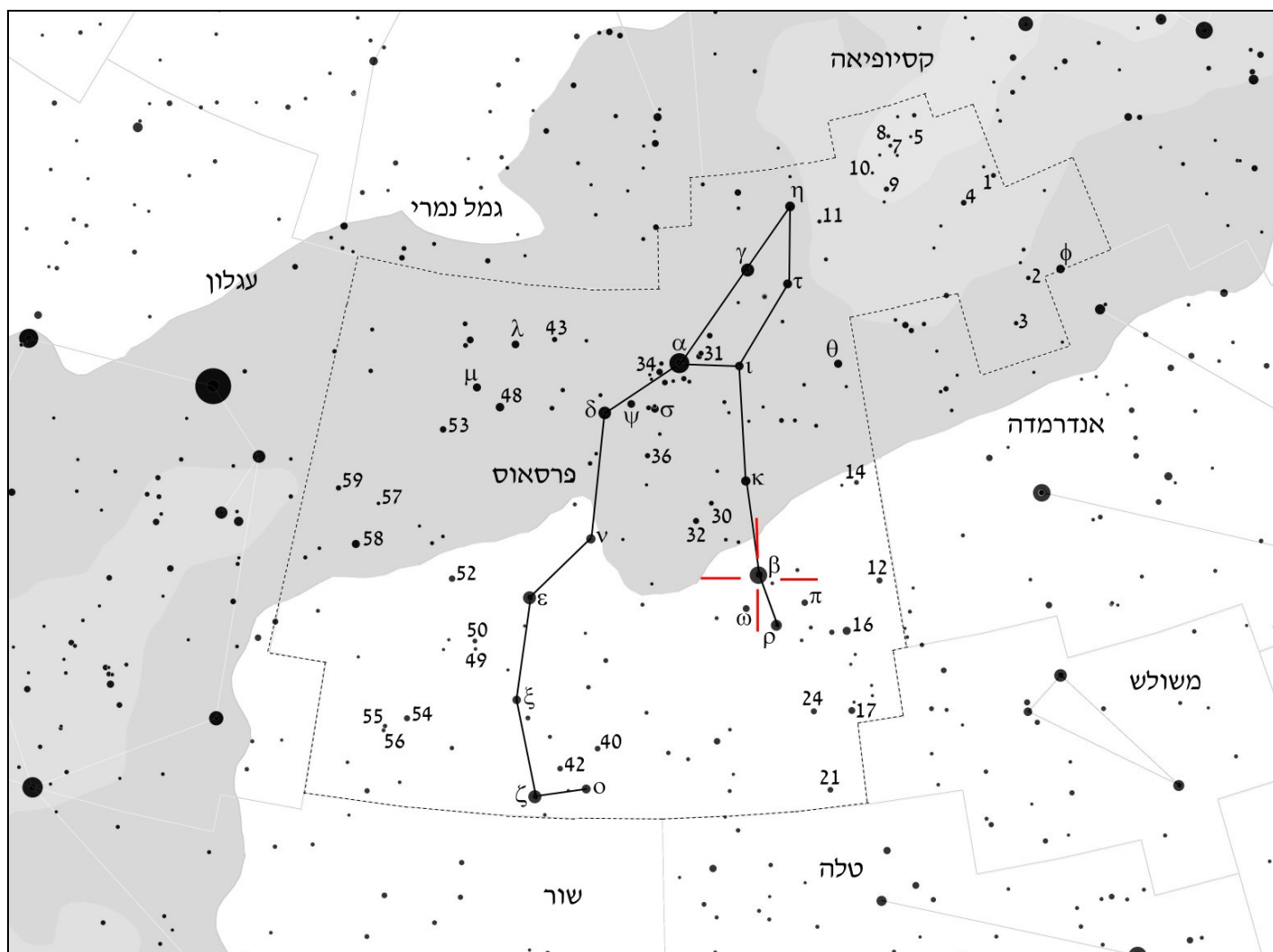
כוכבים משתנים לוקים – אלגול

אלגול. מערבית קאס אל-רוול, ראש השד. אלגול הוא המפורסם מבין הכוכבים הכפולים הלוקים בשמים. שינויי הבהירות של הכוכב הם בסדר גודל של יותר מדרגת בהירות אחת בתוך זמן מחזור של 60 שעות בלבד. שינויי הבהירות הבולט לעין משך את תשומת לבם של הקדמונים והם ראו בכוכב מעין שד או כוכב שמסמל דבר רע. תלמי ראה בו את ראשה של הגורגונה וכך כינו רבים אחריו את הכוכב. אל-תיציני הלך בעקבות תלמי וקרא לכוכב אל-קאיר, הבהיר (בראשו של השד). העברים קראו לו ראש השטן וכמוהם קראו לקבוצה בשם הזה כמה אסטרונומים מאוחרים יותר כגון צ'ילדמיד, בשל האוניברסליות של המילה שטן. שם עברי נוסף שבו כונה הכוכב הוא לילית, אשתו הראשונה והדמונית של אדם הנזכרת בגרסה התלמודית. שם נוסף הוא גורג'נה פריקה, הגורגונה הראשונה, להבדיל משלושת הכוכבים האחרים (ק פרסאוס, π פרסאוס ו-ω פרסאוס, הגורגונה השנייה, הגורגונה השלישית והגורגונה הרביעית), המצויים מדרום לאלגול (ראו להלן).

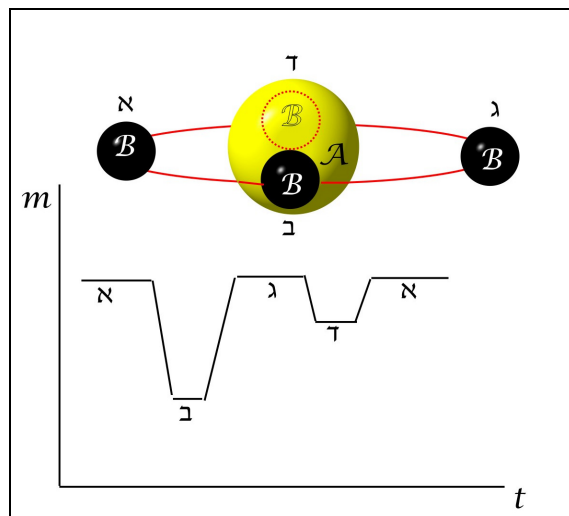
בניגוד למקובל, אלגול אינו הדוגמה הקלאסית של מערכת זוגית שבה יש שינויי בהירות כתוצאה מליקויים. לימוד מעמיק של המערכת הראה כי היא בנויה משלושה כוכבים וגודלה הזוויתי 0.1" בלבד. שינויי הבהירות נגרמים בגלל ליקויים של שני הכוכבים הקרובים יותר, אך לכוכב השלישי, הרחוק, השפעה על זמני המחזור של שינויי הבהירות. הירידה למינימום הראשי (העמוק יותר), נגרמת כאשר הכוכב הבהיר יותר בין השניים, המספק את מרבית אורה של המערכת, מוסתר על ידי הכוכב הכהה. כאשר הכוכב הכהה מוסתר על ידי הכוכב הבהיר, חלה ירידה מתונה יותר בעוצמת האור הכללית של המערכת. הראשון שראה באלגול כוכב משתנה היה האיטלקי ג'מינינו מונטרי מבולוניה בשנת 1667. רק בשנת 1782 מדד ג'ון גודריק את זמן המחזור של שינויי הבהירות. שוב עברו כ-100 שנים עד שבשנת 1889 אישר הרמן פוגל, בעקבות תצפיות בספקטרוסקופ, שהשינויים נגרמים בגלל ליקויים במערכת זוגית ספקטרוסקופית.

במקסימום, הבהירות של אלגול היא 2.12 והיא יורדת למינימום ראשי של 3.4 מדי יומיים, 20 שעות, 48 דקות ו-10 שניות. מינימום משני שבו מגיעה המערכת לבהירות 2.19 חל בדיוק במחצית המחזור. הליקוי נמשך כ-10 שעות שבמהלכן מכסה הכוכב המשני את פני הכוכב הבהיר באופן חלקי. הכוכב הראשי הוא כוכב סדרה ראשית מטיפוס B8V ואילו הכוכב המשני הוא תת-ענק מטיפוס G5IV, החיור יותר מאשר הכוכב הראשי אך בהיר מעט יותר מהשמש. עוצמת אורו של הכוכב הבהיר גדולה פי 90 מזו של השמש ופי 30 מעוצמת אורו של הכוכב ה"כהה" יותר. מסתו של הכוכב הבהיר גבוהה פי 5 לערך ממסת הכוכב הכהה, שמסתו זהה כמעט למסת השמש. המסה הכוללת של שני הכוכבים היא 5.3 מסות שמש. המרחק ביניהם קטן מאוד ולפיכך, כאשר מצוי הכוכב ה"כהה" יותר מאחורי הכוכב הבהיר, אנו רואים עלייה קלה בבהירותו של הראשון הנגרמת מהחזרת האור וההתחממות של פניו המופנים אל הכוכב הבהיר והחם יותר. אפקט זה, שדומה לאפקט של ירח מלא שמחזיר את אור השמש, מוסיף כ-70% לבהירות פני הכוכב הכהה המופנים לכוכב הבהיר.

על פי מדידת ספקטרוסקופיות של המערכת נראה כי שני הכוכבים מהווים מערכת צמודה למחצה, שבה הכוכב הקר יותר ממלא את אונת רוח שלו. מצב זה מתרחש כאשר שני הכוכבים כה קרובים זה לזה עד שיש מעבר חומר מהכוכב שמילא את אונת רוח שלו אל הכוכב השני. המערכת של אלגול היא מקור קרינת רדיו באורך גל של 21 ס"מ הנפלטת על ידי מימן ניטרלי. מדי פעם נרשמות התפרצויות בתחום הרדיו שמקורן באי יציבות של מעבר גז מהכוכב האפל לכוכב הבהיר והחם יותר. קצב העברת החומר בין שני הכוכבים נאמד ב- 1.8×10^{-8} מסות שמש בשנה.



מפה למציאת אלגול. אלגול נראה היטב בעין ובעת הבהירות המירבית שלו הוא כמעט משתווה לאורו של הכוכב אלפא בפרסאוס (מירפאק, בהירות 1.8). בעת המינימום, בהירותו דומה לזו של הכוכב רו פרסאוס המצוי דרומית לו. למטה, עקומת אור אופיינית לאלגול. הציר האנכי מתאר את השינוי בהירות והציר האופקי את הזמן.



עקומת אור של כוכב לוקה ששני הכוכבים הם בטמפרטורות שונות והפרש הקטרים ביניהם גדול. הירידה הראשית היא כאשר מוסתר שטח הכוכב החם יותר (שתורם יותר קרינה לכל יחידת שטח). (מתוך – האנציקלופדיה של קבוצות הכוכבים, הוצאת קוסמוס טלסקופים)

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נספח ט

התקבצויות של הירח וכוכבי הלכת עם כוכבי שבת

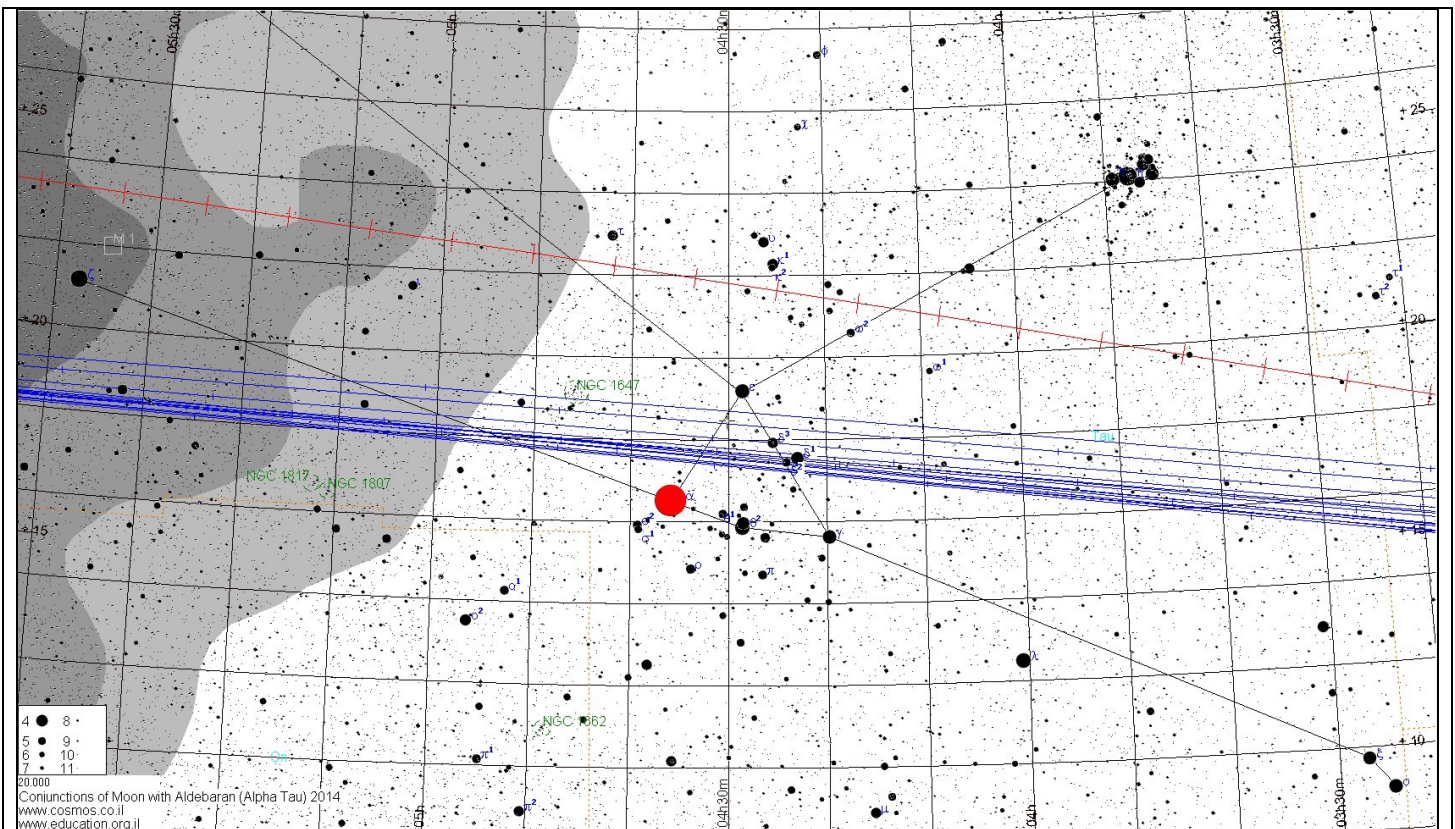
הירח במסלולו על פני כיפת השמים חולף ליד כוכבים שונים. מושר הסיבוב של הירח סביב כדור הארץ נטוי בזווית של 5 מעלות בקירוב ביחס למישור הסיבוב של כדור הארץ סביב השמש. לכן, מסלולו על פני כיפת השמים דומה למסלולה של השמש והוא חולף בעיקר בתחומי הקבוצות של גלגל המזלות. אולם, בניגוד לשמש החולפת על פני מסלול קבוע יחסית בשמים (אם נזניח את השפעת הנקיפה), הרי שמסלולו של הירח על פני כיפת השמים משתנה מחדש לחודש ומשנה לשנה והוא תחום ברצועה המשתרעת משני צידי מישור המילקה, מסלולה של השמש על כיפת השמים, ולכן, המרחקים הזוויתיים בהם הוא חולף סמוך לכוכבים המצויים סמוך למסלולו משתנה מחדש לחודש.

כתוצאה מכך, הירח גם מכסה כוכבים תוך כדי מסלולו על פני כיפת השמים (ראו נספח ה' בהתקבצויות כוכבים על הירח. ביומן השמים מובאות התקבצויות של כוכבים עד בהירות 7). בין כוכבים אלה מצויים גם כוכבים בהירים.

הערה – כיוון שהמרחקים הזוויתיים נמדדים ממרכזו של הירח שקוטרו מחצית המעלה במוצע (כ-30') לכוכב, יש להפחית כרבע מעלה (15'), כדי למצוא את המרחק של הכוכב משוליו של הירח בעת ההתקבצות. בדרך כלל, נהוג לציין התקבצויות עד למרחק של 5 מעלות.

ביומן השמים מצויינים מעברים של הירח סמוך לכמה מהכוכבים הבהירים בקבוצות הכוכבים של גלגל המזלות ואלו הם:

אלדברן



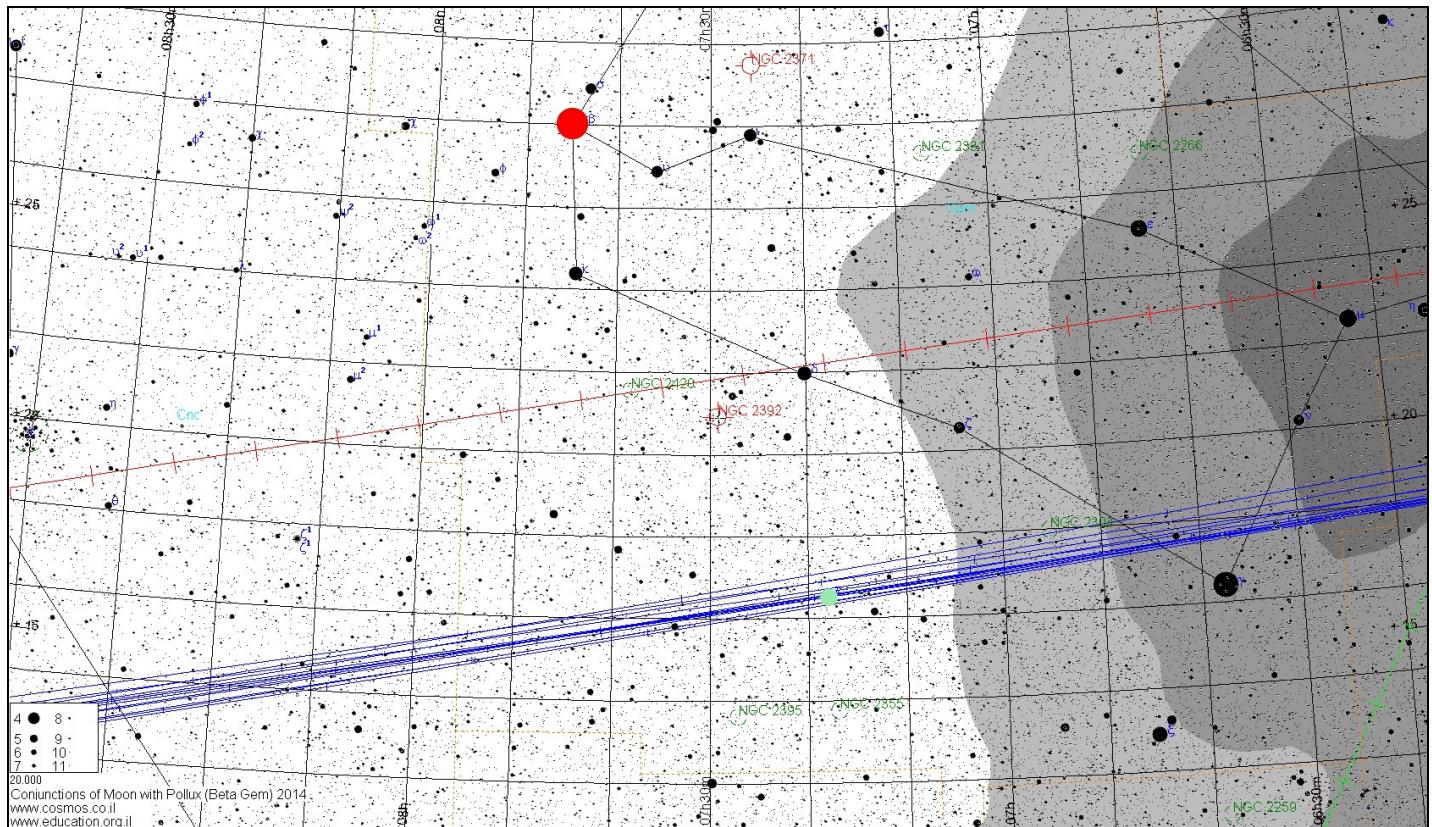
למעלה – מסלול הירח (בכחול) במהלך שנת 2014, ביחס לאלדברן (הכוכב המסומן בכתום). הקו בצבע אדום הוא מישור המילקה. צביר הכוכבים בצד ימין למעלה הוא צביר הכימה (פליאדות). אלדברן הוא אלפא בקבוצת שור. זהו כוכב כתום מטיפוס K5III בהירות 0.9. הוא מצוי במרחק של 65 שנות מאיתנו. אלדברן מצוי דרומית למישור המילקה והשנה הירח חולף צפונית לו, בהתקבצויות קרובות מאוד בין 1.2 ל-2.2 מעלות.

גודל השדה 20 מעלות

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



התקבצויו הירח עם פולוקס ב-2104. פולוקס – ביתא תאומים. זהו כוכב כתום מטיפוס K0 בהירות 1.2 המצוי במרחק 33 שנות אור מאיתנו. אמנם זהו אינו כוכב אלפא (קסטור הוא אלפא תאומים), אך פולוקס בהיר יותר והוא מצוי קרוב יותר למישור המילקה מאשר קסטור. השנה, 2014, הירח חולף דרומית לפולוקס, במרחקים זוויתיים שבין 11.8 ל-12.5 מעלות ולכן ההתקבצויות עמו אינן נזכרות ביומן השמים. פולוקס הוא הצפוני ביותר מבין הכוכבים הבהירים המתקבצים עם הירח. הכוכב התכול המצוי על מסלול הירח הוא למדא תאומים, בהירותו 3.6 וטהוא מתכסה בירח פעמיים השנה – ב-4 במאי וב-11 בנובמבר.

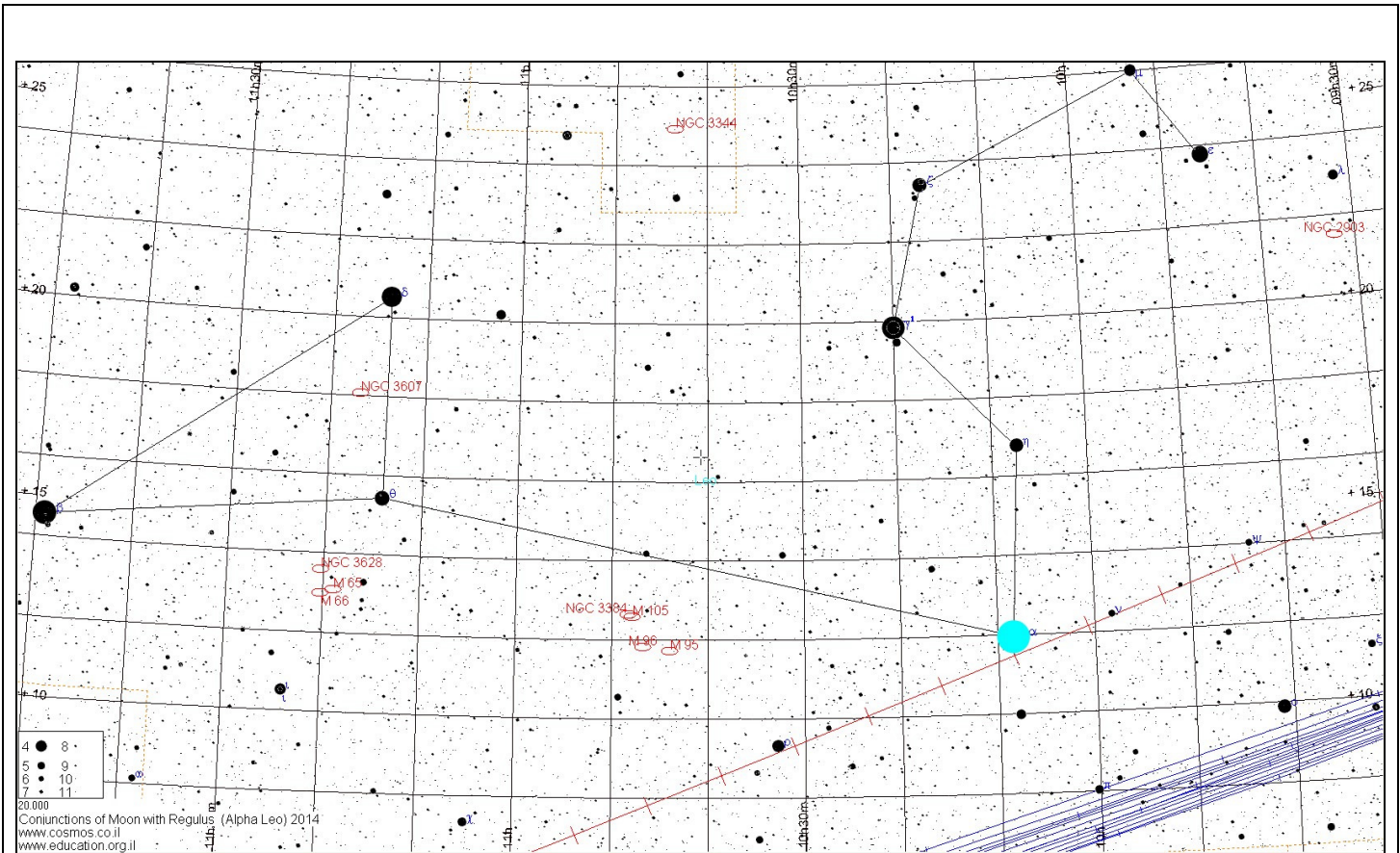
מסלול הירח מצוין בכחול, מישור המילקה באדום וגודל השדה 20 מעלות

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA , GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

רגולוס



התקבצויות צהירח עם רגולוס. רגולוס – אלפא אריה. כוכב כחול מטיפוס B7V בהירות 1.4 המצוי במרחק 80 שנות אור מאיתנו. רגולוס מצוי כמה דקות קשת צפונית למישור המילקה. השנה הירח חולף דרומית לרגולוס זוויתיים שבין 4.4 ל-5.7 מעלות.

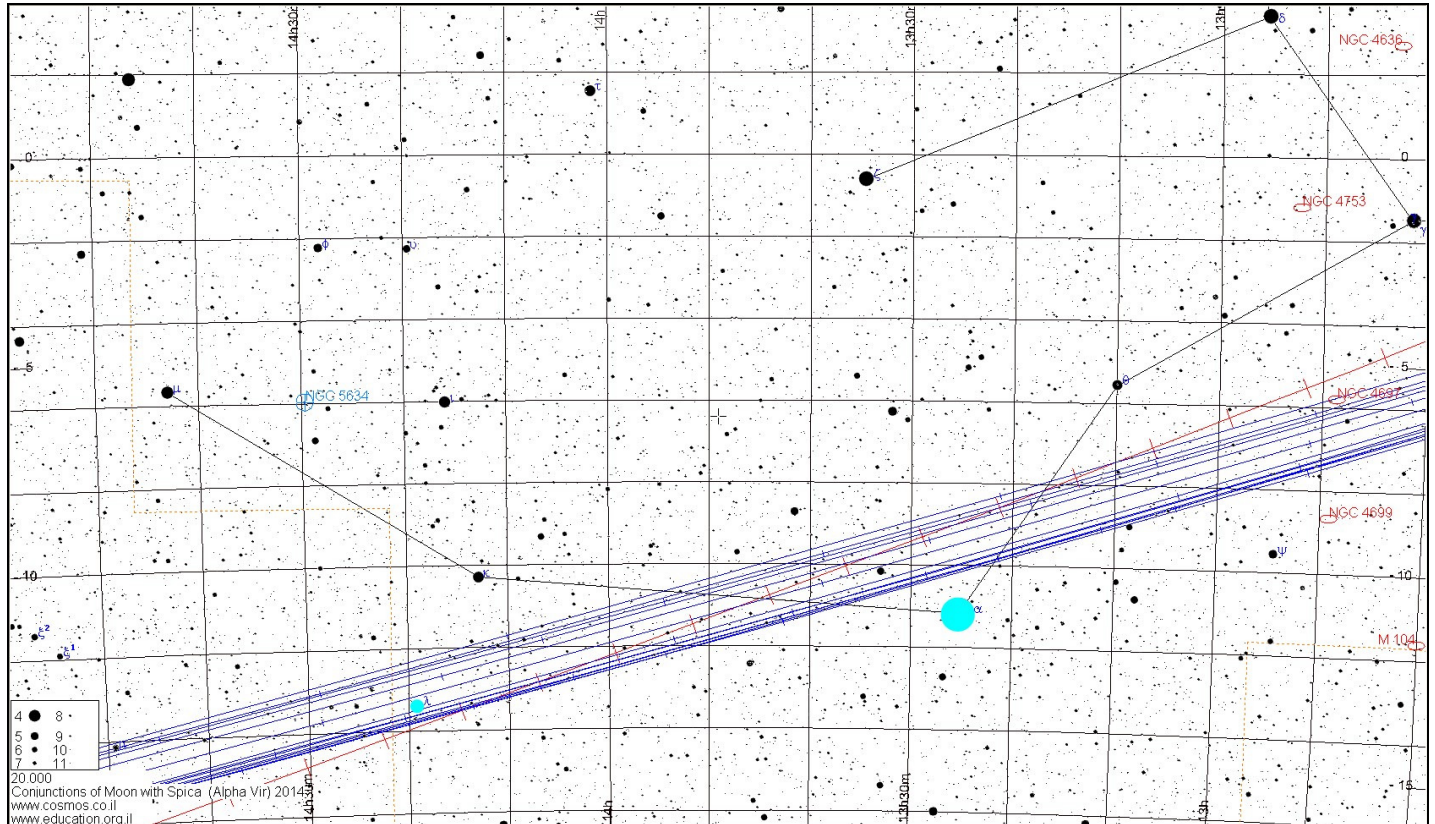
מסלול הירח מצוין בכחול, מישור המילקה באדום וגודל השדה 20 מעלות

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan, QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

ספיקה



התקבצויות הירח עם ספיקה והתכנסות הכוכב למדא בתולה. ספיקה – אלפא בתולה. זהו הכוכב הבהיר ביותר בקבוצת בתולה. ספיקה הוא ענק כחול מטיפוס B1V, בהירותו 1.0, והוא מצוי מרחק של 250 שנות אור מאיתנו. ספיקה התכסה על ידי הירח בסדרת התכנסויות שהסתיימה בסוף שנת 2013. השנה הירח חולף צפונית לספיקה, מרחקים שבין 52 דקות קשת עד ל-2.5 מעלות קשת.

הכוכב התכול המצוי במסלול הירח הוא למדא בתולה, בהירות 4.5 והוא מתכסה בירח ב-19 במרס.

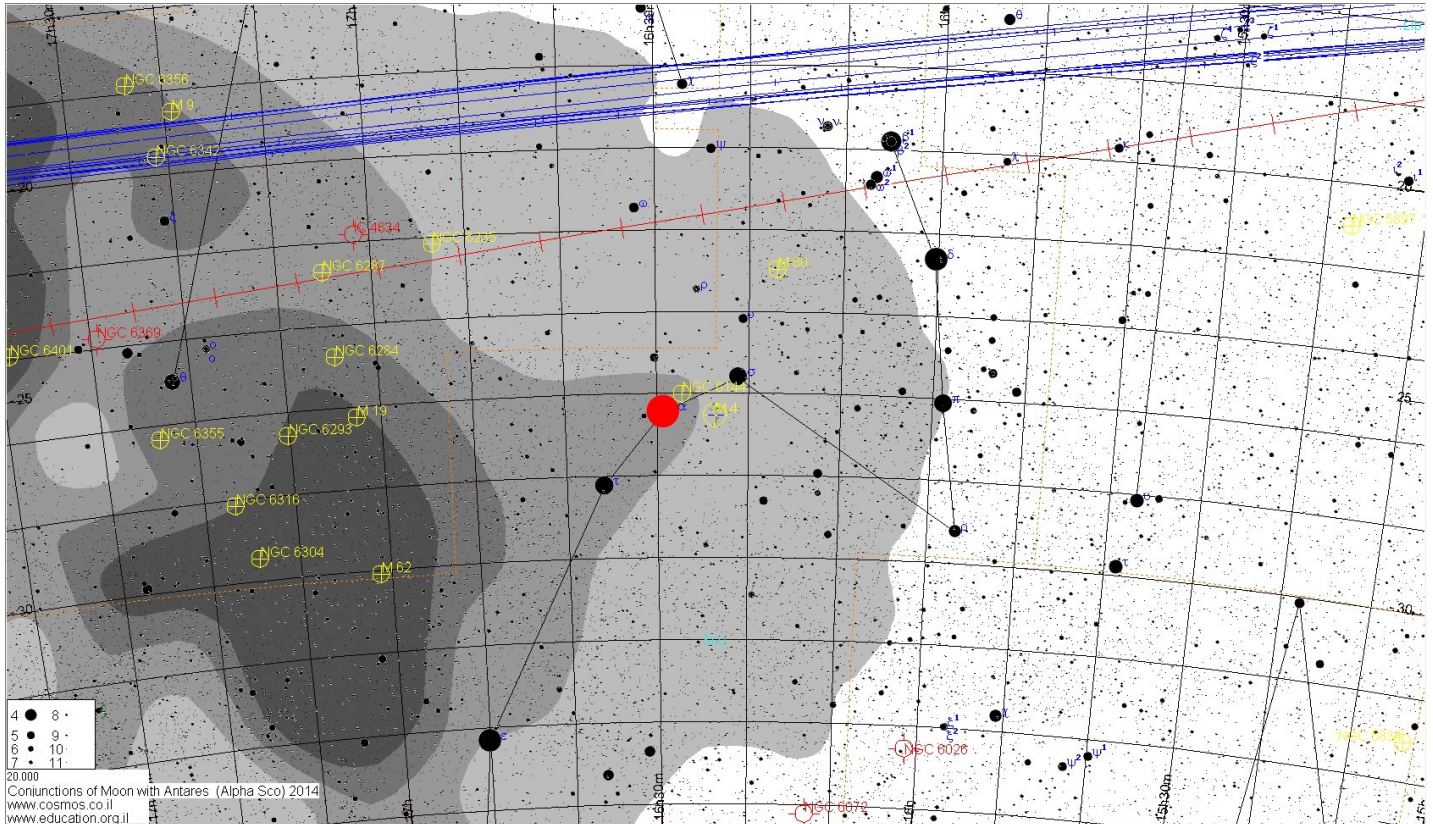
מסלול הירח מצוין בכחול, מישור המילקה באדום וגודל השדה 20 מעלות

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

אנטרס



התקבצויות הירח עם אנטרס, 2014. אנטרס – על ענק אדום המצוי בקבוצת עקרב. זהו כוכב בהירות 1.06 המצוי במרחק של כ-560 שנות אור מכדור הארץ. אנטרס מצוי דרומית למישור המילקה. זהו הדרומי מבין כוכבי השבת הבהירים המכוסים בירח. השנה, 2014, הירח יחלוף במרחקים שבין 7.5 ל-8.5 מעלות צפונית לאנטרס.

מסלול הירח מצוין בכחול, מישור המילקה באדום וגודל השדה 20 מעלות

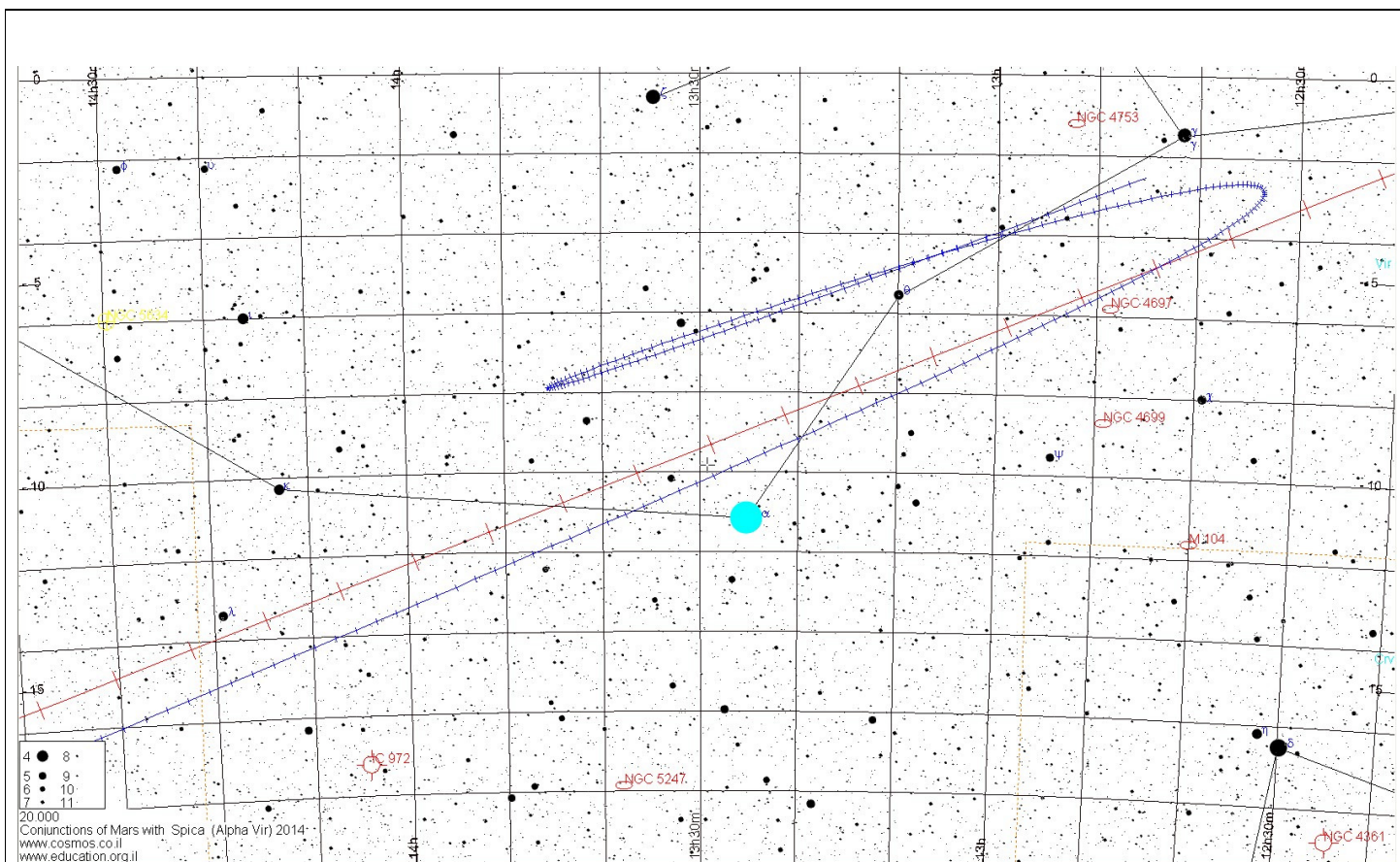
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

התקבצויות של כוכבי לכת עם כוכבי שבת

מסלוליהם של כוכבי הלכת, כמסלולו של הירח, מצויים אף הם בקרבה למישור המילקה ולכן אף הם חולפים בסמוך לאותם כוכבים בהירים המצויים בתחום מסלולו של הירח. אולם, בניגוד לירח המתקבץ עם אותם כוכבים מדי חודש בחודשו, תדירות ההתקבצויות של כוכב הלכת עם כוכבי שבת משתנה בהתאם לפרק זמן שבו נדרש לכוכב הלכת להשלים הקפה סביב כיפת השמים. יוצא מן הכלל הוא התקבצויות החלות בעת שכוכב הלכת הוא סטציונרי (עומד). אז מספר התקבצויות עוקבות עשוי להגיע ל-3, למשל, בעת התנועה הקדומנית, לאחר מכן בעת התנועה האחורנית ולבסוף, שוב בעת התנועה הקדומנית. דוגמה לכך היא סדרת ההתקבצויות של מאדים עם ספיקה, החלה סמוך למועד העמידה של מאדים.



התקבצות משולשת של מאדים (מסלולו מצוין בכחול) עם ספיקה. מאדים מצוי ב-1 בינואר בתחילת המסלול והוא נע תנועה קדומנית ממערב למזרח (מימין לשמאל). מאדים עומד מזרחה לספיקה לאחר ההתקבצות הראשונה, עובר לתנועה אחורנית ומתקבץ שוב עם ספיקה, עומד מערבית לספיקה וחוזר לתנועה קדומנית, שם הוא מתקבץ בפעם השלישית.

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נספח י

מישורי הקפת הירחים את כוכבי הלכת

לכל כוכבי הלכת, למעט כוכב חמה ונוגה, יש ירחים המקיפים אותם. ירחים אלה מקיפים את כוכבי הלכת במרחקים שונים ומחזורי הקפה הנגזרים ממרחקים אלה על פי חוקי קפלר (ראו פירוט מלא של כל הירחים במערכת השמש באתר www.education.org.il עבור כל כוכב לכת). הירחים גם מקיפים את כוכבי הלכת במישורים שונים ביחס למישור המשווה של כוכב הלכת (מישור המשווה – המישור הניצב לציר הסיבוב של כוכב הלכת). היטל מישור מסלול הירחים ביחס לכוכב הלכת תלוי בשלושה פרמטרים:

זווית הנטייה בין מישור הקפת הירח למישור המשווה של כוכב הלכת

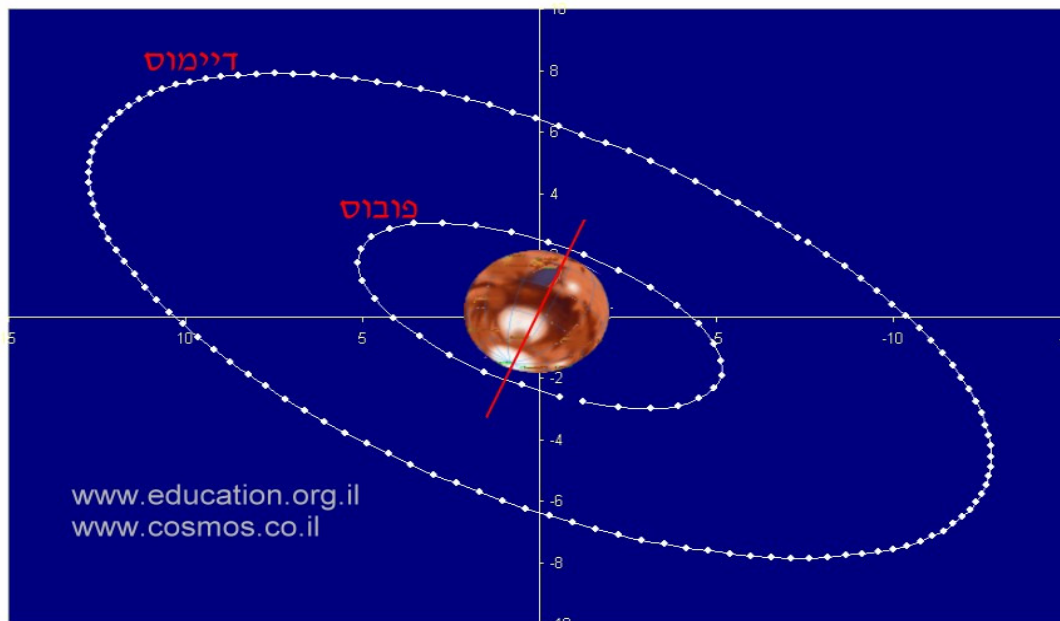
זווית הנטייה בין מישור הקפת כוכב הלכת את השמש למישור המילקה

המרחק בין כדור הארץ לכוכב הלכת

כיוון ששני מישורים שאינם מקבילים נחתכים תמיד, הרי שכל כוכב לכת ימצא פעמיים בזמן מחזור אחד של הקפתו את השמש על מישור המילקה (נטיית מסלולו סביב השמש ביחס למישור המילקה תהיה 0). לעובדה זו כמה השלכות. למשל, במערכת של כוכב הלכת צדק, מישורי מסלולי הירחים סביב צדק יהיו אף הם בנטייה מזערית ביחס למישור המילקה סמוך לשתי נקודות אלה במסלולו של מדק. כיוון שהירחים אינם נקודתיים, הם יסתירו זה את זה ויטילו צללים זה על זה. הוא הדין במערכת הירחים של שבתאי, שם גם הטבעות נעלמות כאשר הנטייה בין למישור הראייה שלנו היא 0.

במערכות הירחים לנטיית מסלולי ההקפה שלהם משמעות תצפיתית, למשל, בתופעות של ירחי צדק (ראו לעיל). כמובן, שבמערכות בהן הירחים כה קטנים, בירחים הקטנים מאוד של כוכבי הלכת הענקיים, מדובר במרחקים זוויתיים ובבהירויות שניתנות לצילום רק בטלסקופים הגדולים ביותר. אולם, כיום, כאשר מצלמת CCD אינה עניין של מתורות, אפשר גם לצלם את הירחים של מאדים, אורנוס, נפטון ופלוטו.

להלן מישורי הנטייה של הירחים העיקריים בכל מערכת של כוכב לכת. קווי הרשת מציינים את המרחק ממרכז כוכב הלכת בשניות קשת ואילו כוכב הלכת מובא בגודלו הזוויתי המלא.



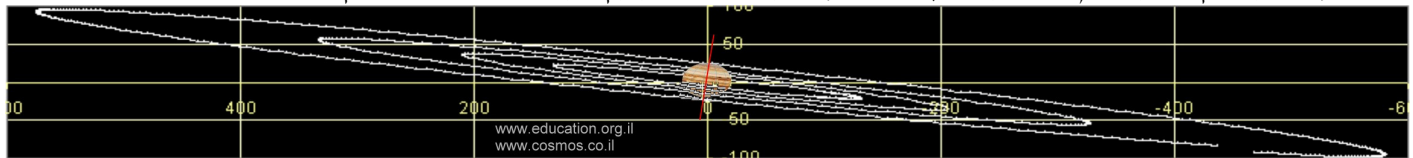
תצורה אופיינית של מסלולי ירחי מאדים, פובוס ודיומוס לשנת 2014. הנתון מובא למיקומו של מאדים במחצית השנה. ציר הסיבוב של מאדים מצוין בקו אדום. צפון למעלה. הנקודות מציינות את השינוי במיקום הירחים אחת לרבע שעה (15 דקות). צפון למעלה. הנקודות מציינות את השינוי במיקום הירחים אחת לרבע שעה (15 דקות). מעלה. הנקודות מציינות את השינוי במיקום הירחים אחת לרבע שעה (15 דקות). צפון למעלה מזרח שמאלה. תנועת הירחים עם כיוון השעון (אנו

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

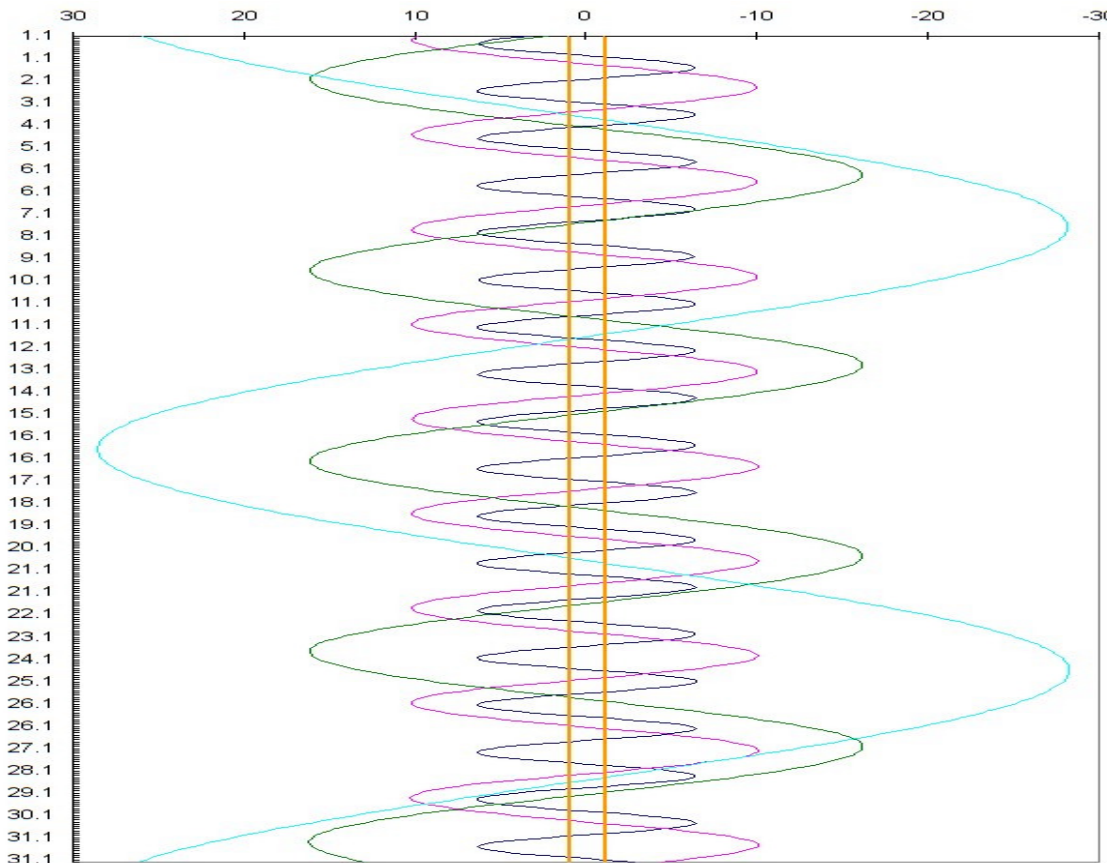
Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

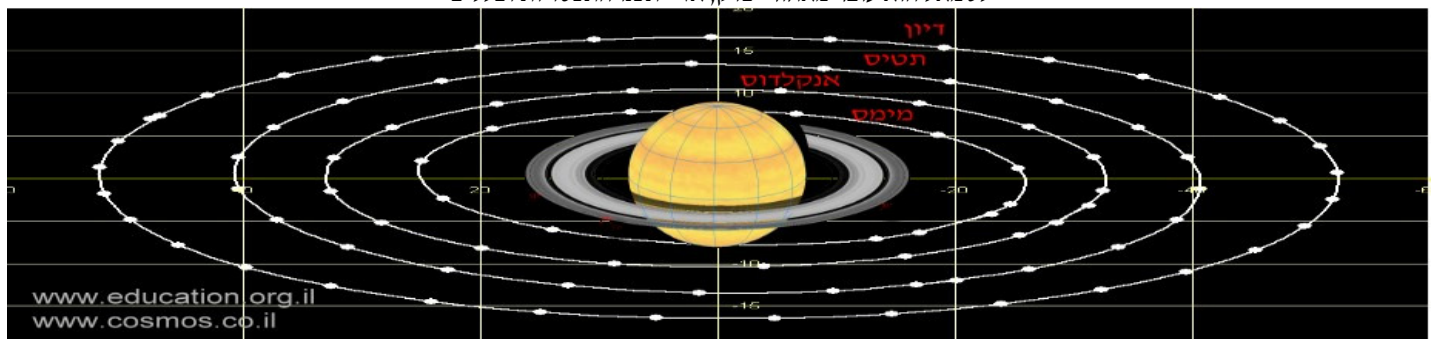
מביטים על מישור ההקפה מדרום לו, או "מתחתיו". השנתות על הצירים מציינות מרחק ממרכז כוכב הלכת בשניות קשת.



תצורה אופיינית של מסלולי ארבע ירחי צדק הגדולים – הירחים הגלילאניים - לשנת 2014. (מהמסלול הקרוב ביותר לרחוק – איו, אירופה, גנימד וקליסטו) הנתון מובא למיקומו של צדק במחצית השנה. ציר הסיבוב של צדק מצוין בקו אדום. צפון למעלה. הנקודות מציינות את השינוי במיקום הירחים אחת לשעה. מעברים של מסלולי הירחים על פני צדק משמעותם מעברים (טרנזיט) ומאחורי דיסקת צדק – התכסות). צפון למעלה מזרח שמאלה. תנועת הירחים נגד כיוון השעון. השנתות על הצירים מציינות מרחק ממרכז כוכב הלכת בשניות קשת. באלמנט החודשי מובאת תנועת הירחים ביחס לצדק במשך החודש (ראו למטה). הקווים מציינים את המיקום של הירחים ביחס לצדק כתלות בתאריך ובשעה. הציר האופקי מבטא את המרחק של ירחי צדק מצדק במונחים של רדיוסי צדק ואילו הציר האנכי הוא ציר הזמן. השוו את התנועה עם מסלולי הירחים למעלה. כדי להסיר ספק – לא מדובר בהצגת מסלול אלא מיקום בלבד, כאשר הקו הרציף של מיקום הירחים מבטא רק את שינוי המיקום עבור תאריך מסוים. כיוון שהירחים נעים נגד כיוון השעון, תנועה ממזרח למערב (משמאל לימין) תביא את הירח להסתיר את דיסקת צדק ואילו תנועה ממערב למזרח (מימין לשמאל) תעבור מעבר של הירח מאחורי הדיסקה של צדק)



תצורה אופיינית של מסלולי הירחים הגדולים של צדק (איו בשחור, אירופה בסגול, גנימד בירוק וקליסטו בתכלה) במהלך חודש ינואר. שני הפסים האנכיים מייצגים את גודל הדיסקה של צדק. כאשר הירח נע משמאל (מזרח) לימין הוא חולף בינו לבין צדק. אז ייתכנו מעברים וצל על צדק. כאשר הוא נע מימין לשמאל הוא עובר מאחורי צדק, אז ייתכנו התכסויות וצללים

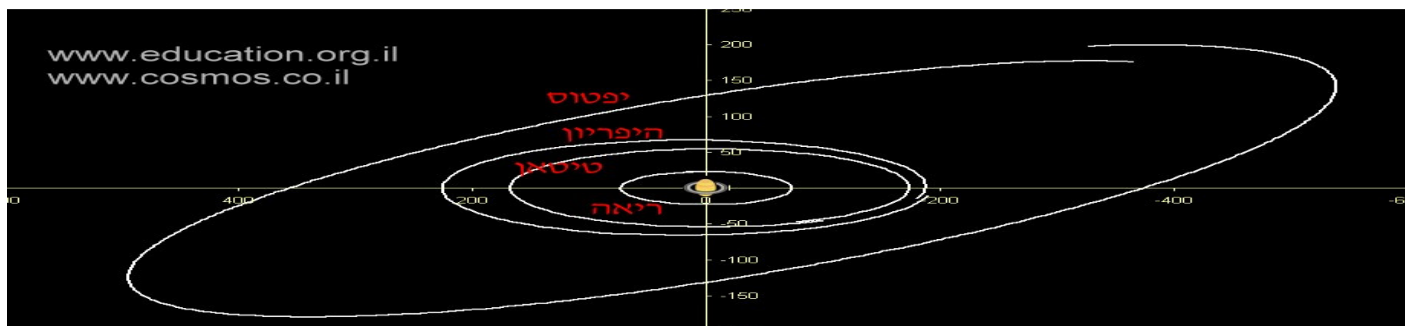


תצורה אופיינית של מסלולי ארבע ירחי שבתאי הפנימיים. (מהמסלול הקרוב ביותר לרחוק – מימס, אנקלדוס, תטיס ודיון) הנתון מובא למיקומו של שבתאי במחצית השנה. הנקודות מציינות את השינוי במיקום הירחים אחת לשעתיים. צפון למעלה מזרח שמאלה. תנועת הירחים נגד כיוון השעון

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

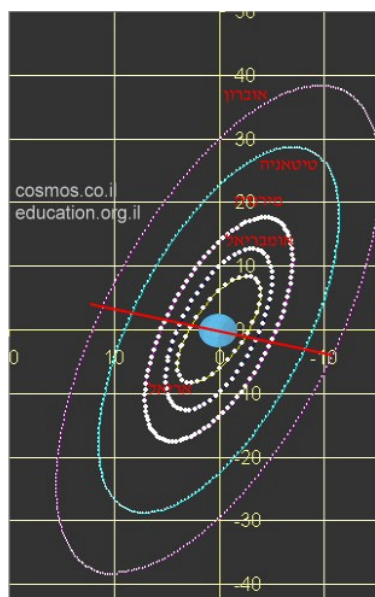
Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Adventure, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

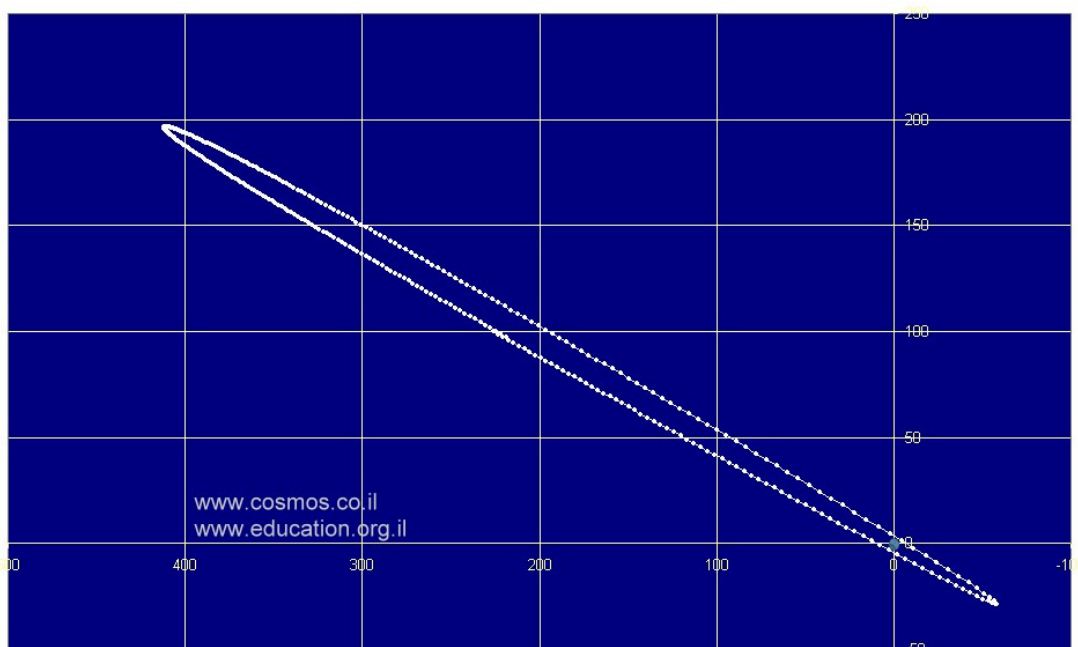


תצורה אופיינית של מסלולי ארבע ירחי שבתאי הפנימיים. (מהמסלול הקרוב ביותר לרחוק – ריאה, טיטאן, היפריון ויפטוס) הנתון מובא למיקומו של שבתאי במחצית השנה. צפון למעלה מזרח שמאלה. תנועת הירחים נגד כיוון השעון. מועדי האלונגציה המירביים של הירחים משבתאי למעט ריאה (המרחק האופקי ממזרח או ממערב לשבתאי) מובאים ביומן השמים. השנתות על הצירים מציינות מרחק ממרכז כוכב הלכת בשניות קשת. יש לשים לב שבגלל מבנה פניו, יפטוס יראה בהיר יותר כאשר הוא מתרחק מאיתנו (מימין לשבתאי) מאשר הוא נראה בכיוון התנועה (משמאל לשבתאי).

מימין: תצורה אופיינית של מסלולי חמשת ירחי אורנוס הגדולים (מהמסלול הקרוב ביותר לרחוק – אריאל, אומבריאל, מירנדה, טיטניה ואוברון) הנתון מובא למיקומו של אורנוס במחצית השנה. ציר הסיבוב של אורנוס מצוין בקו אדום. צפון למעלה. הנקודות מציינות את השינוי במיקום הירחים אחת לשנה. צפון למעלה מזרח שמאלה. תנועת הירחים עם כיוון השעון. יש לשים לב שאורנוס "שוכב" על צירו. השנתות על הצירים מציינות מרחק ממרכז כוכב הלכת בשניות קשת.



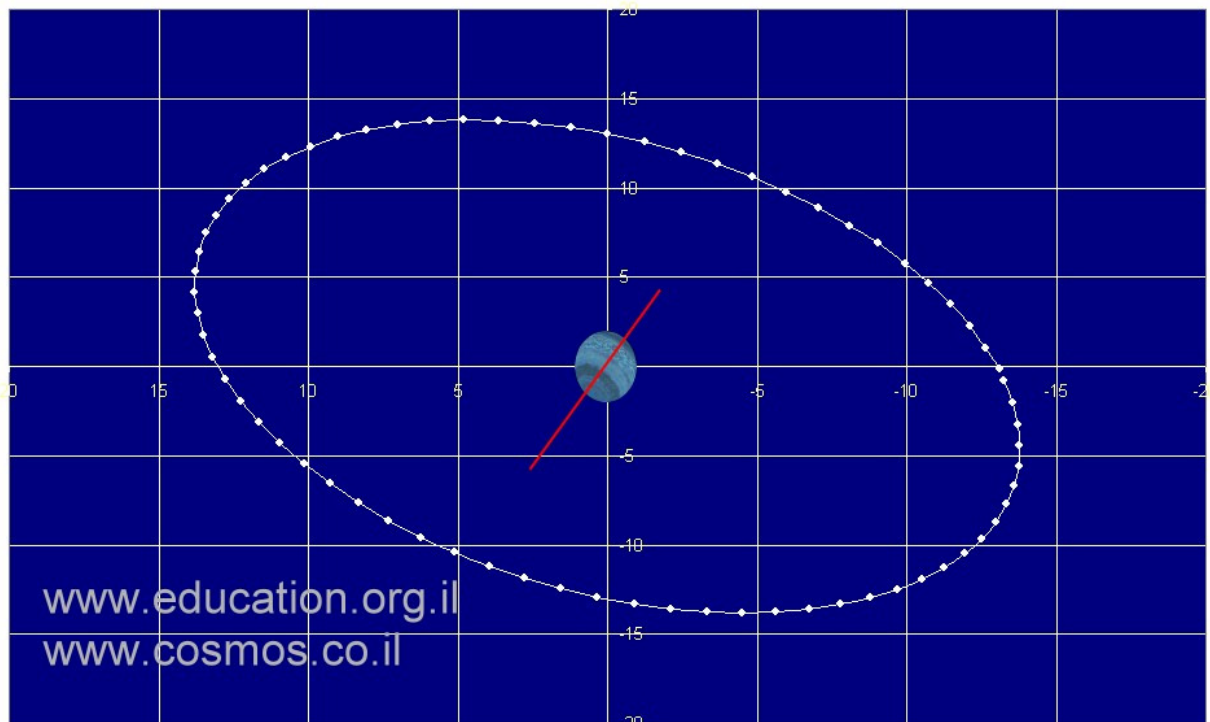
מימין: תצורה אופיינית של מסלולו של נראיד, ירחו של נפטון. נראיד משלים הקפה סביב נפטון ב-360 יום ולכן הוא יימצא במרחק זוויתי מירבי מנפטון (מזרחי ומערבי) אחת לשנה. באיור נראיד מקיף את נפטון עם כיוון השעון כיוון שאנו מביטים "מתחת" – מדרום למישור ההקפה של נפטון. מסלולו של נראיד מוארך מאוד בשל האקסצנטריות הגבוהה שלו – 0.75. נפטון מצוי בראשית הצירים מצד ימין למטה. כל נקודה על מסלול נראיד מציינת יום אחד. אפשר לשים לב כיצד נראיד נע מהר יותר כשהוא קרוב לנפטון (מימין – הרווח בין כל נקודה גדול) מאשר הוא רחוק. דוגמה טובה לחוק השני של קפלר. צפון למעלה מזרח שמאלה. השנתות על הצירים מציינות מרחק ממרכז כוכב הלכת בשניות קשת.



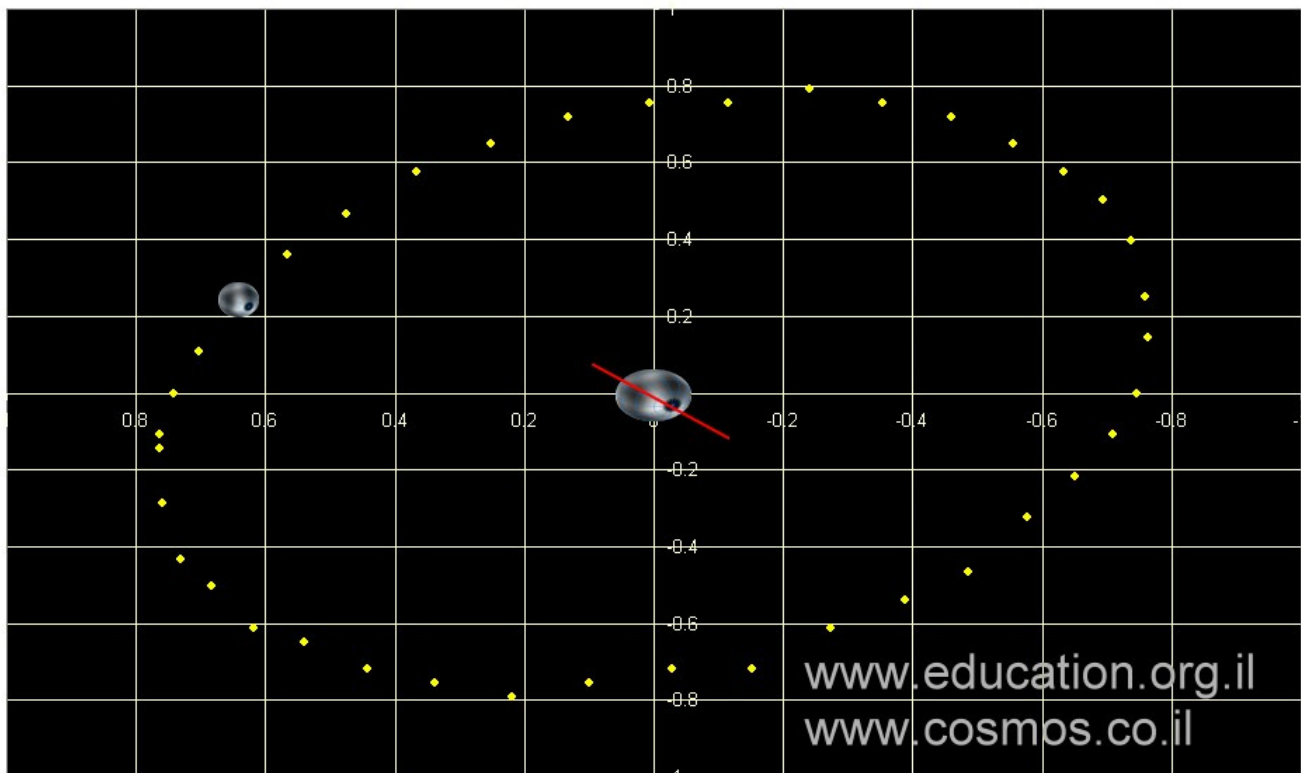
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



תצורה אופיינית של מסלולו של טריטון, ירחו הגדול של נפטון. מרחק בין כל שתי נקודות על המסלול הוא שעה אחת. טריטון מקיף את נפטון נגד כיוון השעון, אולם כיוון שאנו מביטים "מתחת" – מדרום למישור ההקפה של נפטון, היינו רואים את נפטון חג עם השעון ולכן טריטון נע במסלול מנוגד. השתנות על הצירים מציינות מרחק ממרכז כוכב הלכת בשניות קשת. צפון למעלה מזרח משמאל.



תצורה אופיינית של מסלולו של כארון, ירחו הגדול של פלוטו. כארון מקיף את פלוטו נגד כיוון השעון. יש לשים לב לגודל הזוויתי הדומה בין שני הירחים וליחס בין המרחק הזוויתי לגודל הזוויתי. המרחק בין כל נקודה על המסלול מצוין 4 שעות. הקו האדום מצוין את ציר הסיבוב של פלוטו. השתנות על הצירים מציינות מרחק ממרכז כוכב הלכת בשניות קשת.

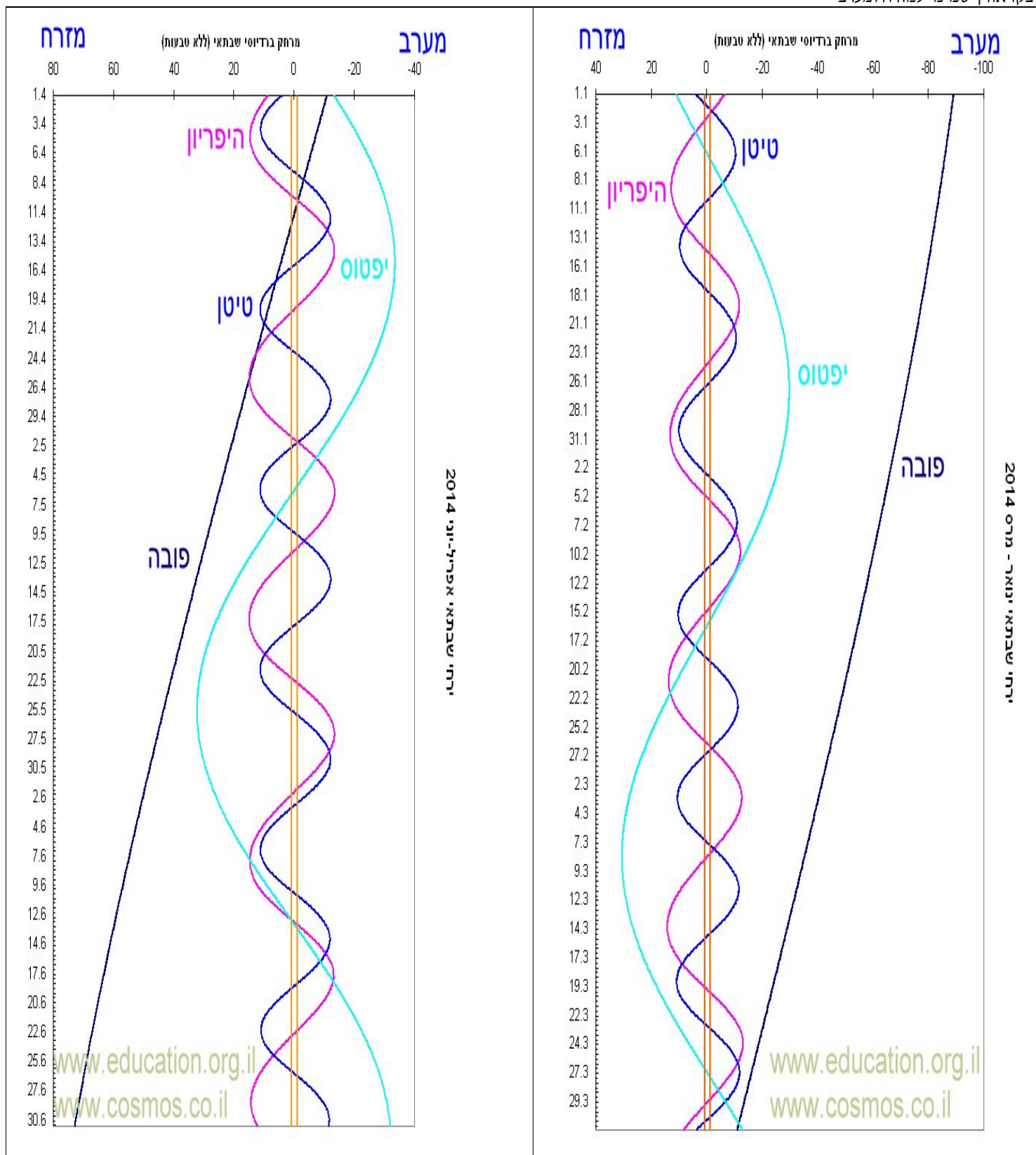
כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303. פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יא. ירחי שבתאי הגדולים

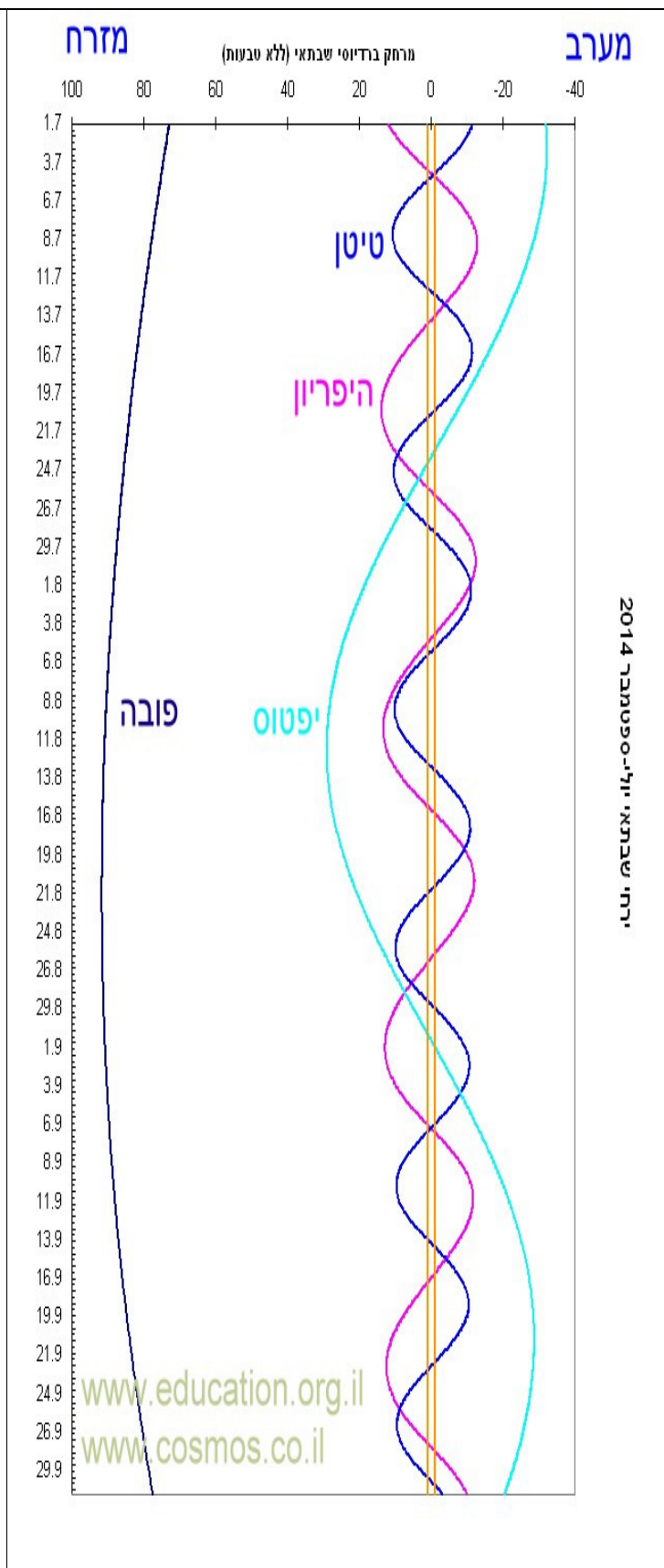
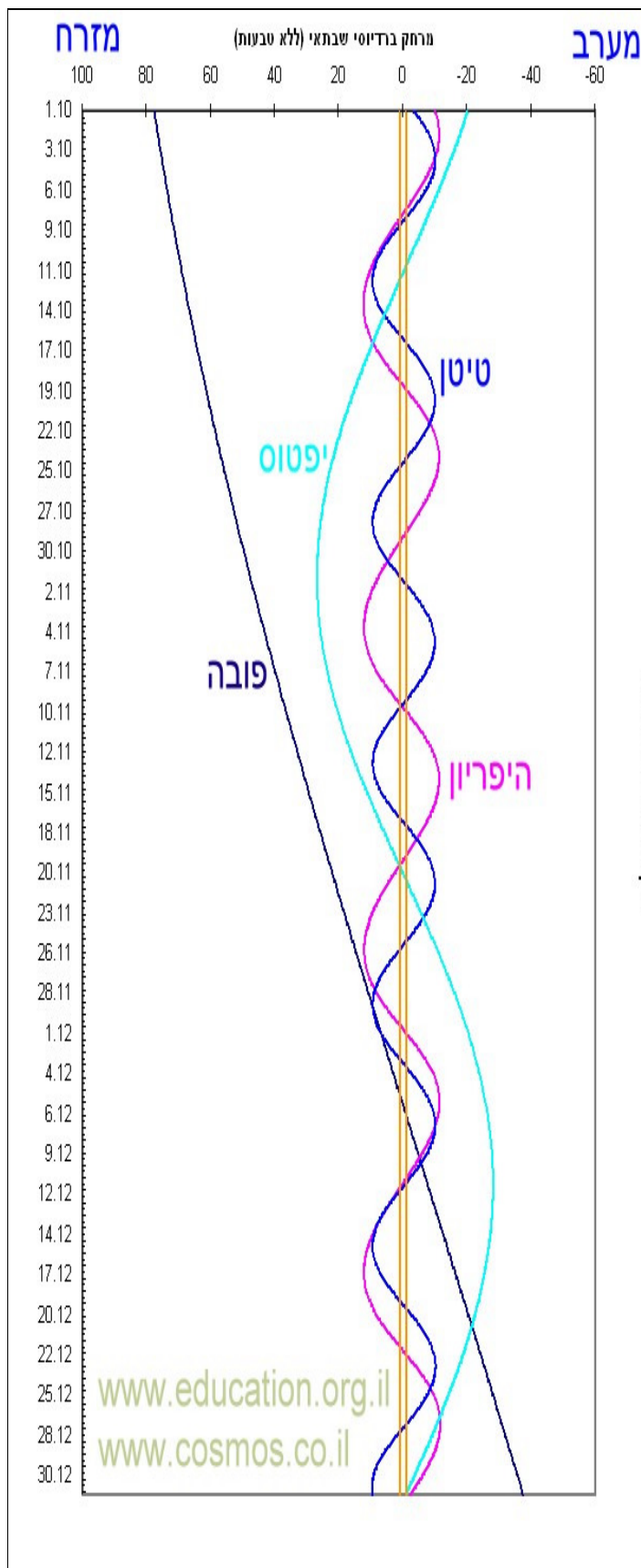
להלן המיקום של ירחי שבתאי הגדולים – טיטאן, היפריון, יפטוס ופובה, לפי רבעונים. המסלולים הם לפי מרחק משבתאי (ללא טבעות) ונמדדים לפי ההפרש בקו אורך שמימי למזרח ומערב



כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan, QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il



כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יב. טבעות שבתאי

מקרא לעמודות הטבלה:

עמודה I	תאריך, נכון לשעה 00:00.
עמודה II	נטיית הטבעות - הזווית בין מישור הטבעות למישור הראייה.
עמודה III	קוטר מירבי של הטבעת החיצונית (נמדד בשניות קשת).
עמודה IV	קוטר פנימי של הטבעת החיצונית. נמדד בשניות קשת. ההפרש בין הערכים בעמודות III ו-IV הוא רוחב הטבעת החיצונית.
עמודה V	קוטר חיצוני של הטבעת הפנימית. נמדד בשניות קשת. ההפרש בין עמודות V ו-IV הוא רוחבו של מרווח קסיני.
עמודה VI	קוטר פנימי של הטבעת הפנימית. נמדד בשניות קשת.
עמודה VII	קוטר פנימי של טבעת האבק C. טבעת זו גובלת בחלקה החיצוני לטבעת B אך שונה ממנה בגוון. ההפרש בין ערך זה לבין מחצית הקוטר הזוויתי של שבתאי (ראה פרק כוכבי הלכת), הוא המרחק שבין הטבעות לדיסקה של שבתאי בקו המשווה. גודל הציר הקטן של הטבעת החיצונית.
עמודה VIII	זווית הנטייה של השמש יחסית למישור הטבעות. ערך שלילי פירושו כי אנו רואים את הצד הדרומי של הטבעות.
עמודה IX	

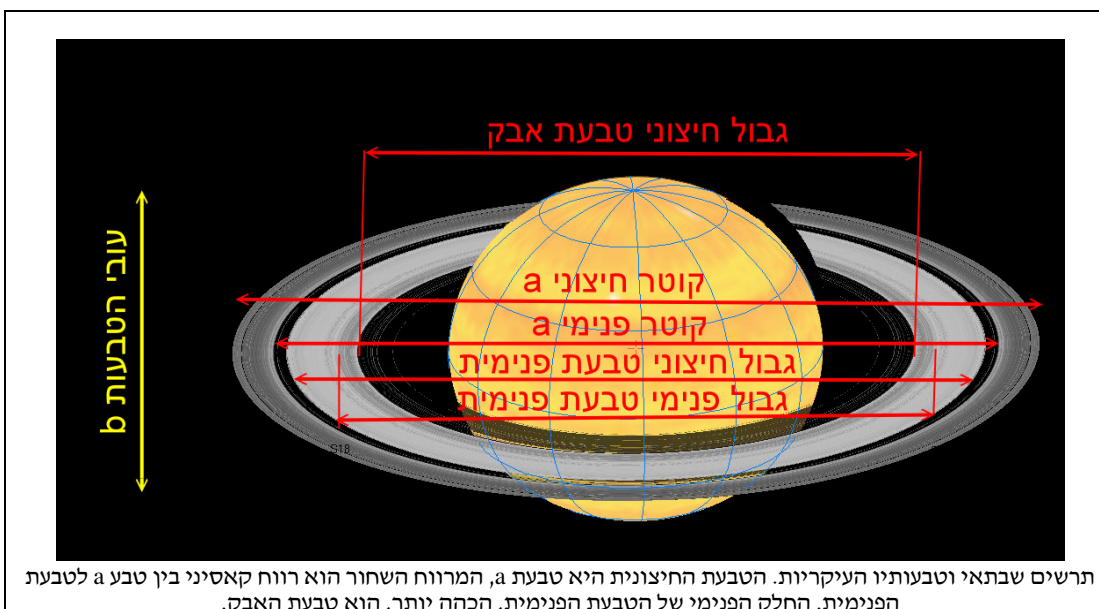
נטיית טבעות שבתאי 2014								
תאריך	נטיית הטבעות	קוטר חיצוני a	גבול פנימי טבעת חיצונית a	גבול פנימי טבעת פנימית	גבול פנימי טבעת פנימית	גבול פנימי טבעות אבק b	עובי הטבעות b	צד מואר דרומי
1 / 1	21.3°	35.8"	31.5"	30.8"	30.3"	23.8"	13.0"	20.9°
8 / 1	21.3°	36.1"	31.8"	31.1"	30.6"	24.0"	13.1"	21.0°
15 / 1	21.4°	36.5"	32.1"	31.4"	30.7"	24.3"	13.3"	21.1°
22 / 1	21.4°	36.9"	32.5"	31.7"	30.5"	24.5"	13.5"	21.1°
29 / 1	21.5°	37.3"	32.8"	32.1"	30.1"	24.8"	13.6"	21.2°
5 / 2	21.5°	37.7"	33.2"	32.4"	29.5"	25.1"	13.8"	21.3°
12 / 2	21.5°	38.1"	33.6"	32.8"	28.8"	25.4"	14.0"	21.3°
19 / 2	21.6°	38.6"	34.0"	33.2"	28.0"	25.7"	14.2"	21.4°
26 / 2	21.6°	39.1"	34.4"	33.6"	27.2"	26.0"	14.4"	21.4°
5 / 3	21.7°	39.5"	34.8"	34.0"	26.5"	26.3"	14.6"	21.5°
12 / 3	21.8°	40.0"	35.2"	34.4"	25.9"	26.6"	14.8"	21.6°
19 / 3	21.7°	40.4"	35.6"	34.7"	25.4"	26.9"	15.0"	21.6°
26 / 3	21.8°	40.8"	35.9"	35.1"	25.0"	27.1"	15.1"	21.7°
2 / 4	21.8°	41.2"	36.3"	35.4"	24.7"	27.4"	15.3"	21.7°
9 / 4	21.9°	41.5"	36.5"	35.7"	24.6"	27.6"	15.4"	21.8°
16 / 4	21.9°	41.7"	36.8"	35.9"	24.6"	27.8"	15.6"	21.9°
23 / 4	21.9°	41.9"	37.0"	36.1"	24.7"	27.9"	15.7"	21.9°
30 / 4	22.0°	42.1"	37.1"	36.2"	24.9"	28.0"	15.8"	22.0°
7 / 5	22.0°	42.2"	37.1"	36.3"	25.3"	28.0"	15.8"	22.0°
14 / 5	22.1°	42.2"	37.2"	36.3"	25.8"	28.0"	15.9"	22.1°
21 / 5	22.2°	42.1"	37.1"	36.2"	26.4"	28.0"	15.9"	22.2°
28 / 5	22.2°	42.0"	37.0"	36.1"	27.1"	27.9"	15.9"	22.2°
4 / 6	22.3°	41.8"	36.8"	35.9"	27.9"	27.8"	15.8"	22.3°
11 / 6	22.4°	41.5"	36.6"	35.7"	28.6"	27.6"	15.8"	22.3°
18 / 6	22.4°	41.2"	36.3"	35.4"	29.3"	27.4"	15.7"	22.4°
25 / 6	22.5°	40.9"	36.0"	35.1"	29.3"	27.2"	15.6"	22.4°
2 / 7	22.6°	40.5"	35.7"	34.8"	29.3"	26.9"	15.5"	22.5°
9 / 7	22.6°	40.1"	35.3"	34.4"	29.3"	26.6"	15.4"	22.6°
16 / 7	22.7°	39.6"	34.9"	34.1"	29.3"	26.3"	15.3"	22.6°
23 / 7	22.8°	39.2"	34.5"	33.7"	29.3"	26.0"	15.2"	22.7°
30 / 7	22.9°	38.7"	34.1"	33.3"	29.3"	25.7"	15.0"	22.7°

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

נטיית טבעות שבתאי 2014								
תאריך	נטיית הטבעות	קוטר חיצוני a	גבול פנימי טבעת חיצוני	גבול פנימי טבעת פנימית	גבול פנימי טבעת אבק	עובי הטבעות b	צד מואר דרומי	
6/ 8	23.0°	38.2 "	33.7 "	32.9 "	29.3 "	14.9 "	22.8 °	
13/ 8	23.0°	37.8 "	33.3 "	32.5 "	29.3 "	14.8 "	22.8 °	
20/ 8	23.1°	37.4 "	32.9 "	32.1 "	29.3 "	14.7 "	22.9 °	
27/ 8	23.2°	36.9 "	32.6 "	31.8 "	29.3 "	14.5 "	22.9 °	
3/ 9	23.2°	36.6 "	32.2 "	31.4 "	29.3 "	14.4 "	23.0 °	
10/ 9	23.3°	36.2 "	31.9 "	31.1 "	29.3 "	14.3 "	23.0 °	
17/ 9	23.4°	35.8 "	31.6 "	30.8 "	29.3 "	14.2 "	23.1 °	
24/ 9	23.5°	35.5 "	31.3 "	30.6 "	29.3 "	14.1 "	23.1 °	
1/ 10	23.5°	35.3 "	31.1 "	30.3 "	29.3 "	14.1 "	23.2 °	
8/ 10	23.6°	35.0 "	30.8 "	30.1 "	29.3 "	14.0 "	23.2 °	
15/ 10	23.6°	34.8 "	30.7 "	29.9 "	29.3 "	14.0 "	23.3 °	
22/ 10	23.7°	34.6 "	30.5 "	29.8 "	29.3 "	13.9 "	23.3 °	
29/ 10	23.8°	34.5 "	30.4 "	29.7 "	29.3 "	13.9 "	23.4 °	
5/ 11	23.8°	34.4 "	30.3 "	29.6 "	29.3 "	13.9 "	23.4 °	
12/ 11	23.9°	34.3 "	30.3 "	29.5 "	29.3 "	13.9 "	23.5 °	
19/ 11	23.9°	34.3 "	30.2 "	29.5 "	29.3 "	13.9 "	23.5 °	
26/ 11	24.0°	34.4 "	30.3 "	29.5 "	29.3 "	13.9 "	23.6 °	
3/ 12	24.0°	34.4 "	30.3 "	29.6 "	29.3 "	14.0 "	23.6 °	
10/ 12	26.1°	41.6 "	36.6 "	35.7 "	27.6 "	1.7 "	-2.0 °	
17/ 12	26.2°	41.6 "	36.6 "	35.7 "	27.6 "	17.7 "	-19.8 °	
24/ 12	26.2°	41.6 "	36.6 "	35.7 "	27.6 "	17.7 "	-19.7 °	
31/ 12	26.3°	41.6 "	36.6 "	35.7 "	27.6 "	17.7 "	-19.6 °	



כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA, SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

יג. קווי אורך מרכזיים (מצהר מרכזי) של מאדים

להלן קווי האורך שייראו במרכז כוכב הלכת מאדים, נכון לשעה 02:00 שעון ישראל. קווי המצהר הם עבור פלנטה כדורית, ללא קשר לפאזה שלה. קווי האורך מתוארים עבור כל יום ויום בשנה. אם רוצים לדעת מהו קו האורך המופיע בשעה אחרת מהשעה 02:00, יש לחסר או לחבר את ההפרש לפי הטבלה המשנית (במדרג עד 10 דקות).

כדי לראות מהם תוואי הנוף של מאדים לפי קווי האורך, יש לפנות למפה בעמוד הבא

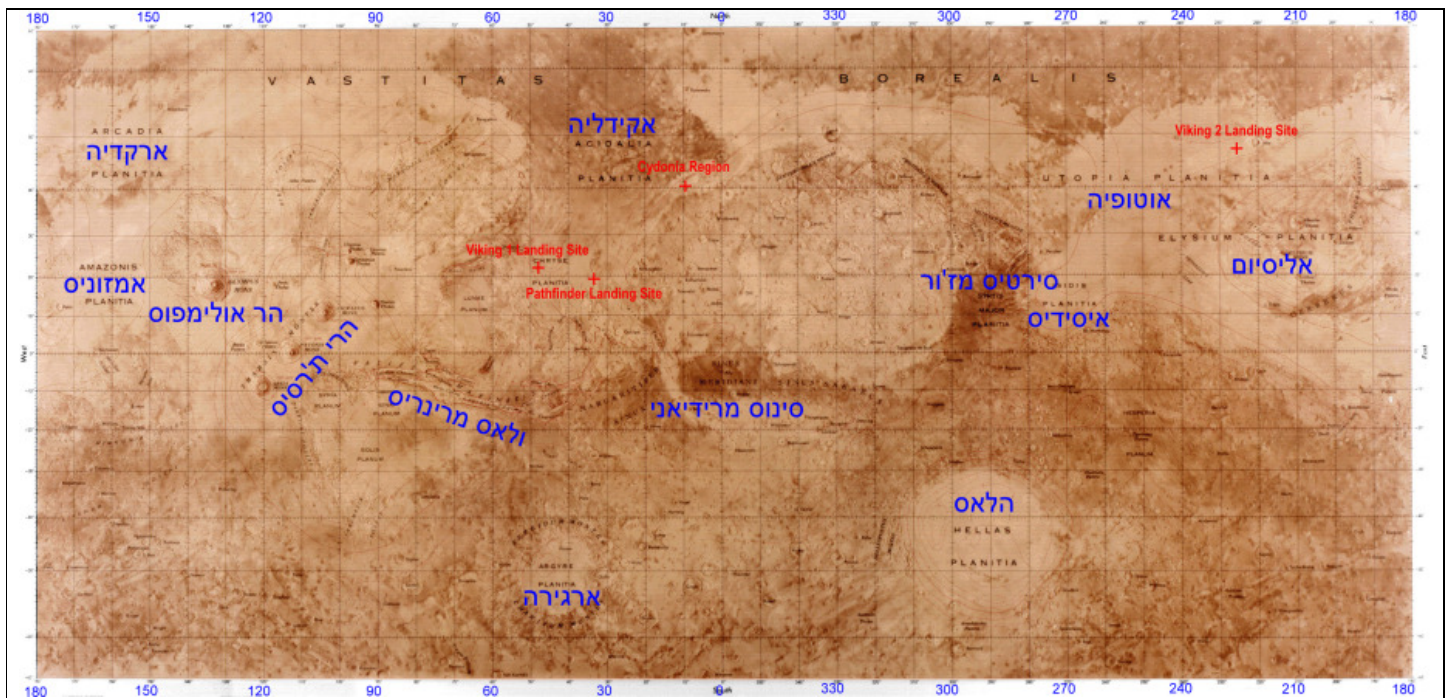
קו אורך של המצהר המרכזי של המאדים, נכון לשעה 0 זמן עולמי												יום
חודש												בחודש
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
24.7	313.1	253	183.7	124.4	65.9	359.3	305	243.3	192.5	110.6	56.3	1
15.2	303.5	243.3	174	114.6	56.1	349.4	295.1	233.4	182.5	100.7	46.5	2
5.6	293.8	233.6	164.3	104.9	46.4	339.6	285.2	223.4	172.6	90.8	36.7	3
356.1	284.2	223.9	154.6	95.2	36.6	329.8	275.3	213.4	162.6	80.9	26.8	4
346.5	274.5	214.3	144.9	85.5	26.9	320	265.4	203.4	152.6	71	17	5
337	264.9	204.6	135.2	75.8	17.1	310.2	255.5	193.5	142.7	61.1	7.2	6
327.4	255.3	194.9	125.5	66.1	7.4	300.4	245.6	183.5	132.7	51.2	357.3	7
317.9	245.6	185.2	115.8	56.4	357.7	290.6	235.7	173.6	122.7	41.3	347.5	8
308.4	236	175.5	106.1	46.7	347.9	280.8	225.8	163.6	112.8	31.3	337.6	9
298.9	226.4	165.9	96.5	37	338.2	271	215.9	153.6	102.8	21.4	327.8	10
289.4	216.7	156.2	86.8	27.3	328.5	261.2	206.1	143.7	92.8	11.5	318	11
279.9	207.1	146.5	77.1	17.6	318.7	251.4	196.2	133.7	82.8	1.6	308.1	12
270.4	197.5	136.8	67.4	7.9	309	241.6	186.3	123.8	72.9	351.6	298.3	13
260.9	187.8	127.1	57.7	358.2	299.3	231.9	176.4	113.8	62.9	341.7	288.4	14
251.4	178.2	117.5	48	348.5	289.5	222.1	166.6	103.9	52.9	331.8	278.6	15
241.9	168.6	107.8	38.3	338.8	279.8	212.3	156.7	93.9	42.9	321.8	268.7	16
232.4	159	98.1	28.6	329.1	270.1	202.5	146.9	84	33	311.9	258.8	17
222.9	149.4	88.4	18.9	319.4	260.4	192.7	137	74	23	302	249	18
213.5	139.8	78.8	9.2	309.7	250.6	183	127.1	64.1	13	292	239.1	19
204	130.2	69.1	359.6	300	240.9	173.2	117.3	54.2	3	282.1	229.2	20
194.6	120.5	59.4	349.9	290.3	231.2	163.4	107.4	44.2	353	272.1	219.4	21
185.1	110.9	49.8	340.2	280.6	221.5	153.7	97.6	34.3	343.1	262.2	209.5	22
175.7	101.4	40.1	330.5	270.9	211.8	143.9	87.7	24.4	333.1	252.2	199.6	23
166.3	91.8	30.4	320.8	261.2	202.1	134.1	77.9	14.4	323.1	242.3	189.7	24
156.9	82.2	20.8	311.1	251.5	192.3	124.4	68.1	4.5	313.1	232.3	179.9	25
147.4	72.6	11.1	301.4	241.8	182.6	114.6	58.2	354.6	303.2	222.4	170	26
138	63	1.4	291.7	232.2	172.9	104.9	48.4	344.7	293.2	212.4	160.1	27
128.6	53.4	351.8	282	222.5	163.2	95.1	38.6	334.7	283.2	202.5	150.2	28
119.3	43.9	342.1	272.4	212.8	153.5	85.4	28.7	324.8	273.2		140.3	29
109.9	34.3	332.5	262.7	203.1	143.8	75.6	18.9	314.9	263.3		130.4	30
100.5		322.8		193.4	134.1		9.1		253.3		120.5	31

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il

שינוי בקו אורך שמופיע במצפה (במעלות)												
11h o	10h o	9h o	8h o	7h o	6h o	5h o	4h o	3h o	2h o	1h o	0h o	דקות
160.8	146.2	131.6	117	102.3	87.7	73.1	58.5	43.9	29.2	14.6	0	0
163.3	148.6	134	119.4	104.8	90.2	75.5	60.9	46.3	31.7	17.1	2.4	10
165.7	151.1	136.5	121.8	107.2	92.6	78	63.4	48.7	34.1	19.5	4.9	20
168.1	153.5	138.9	124.3	109.7	95	80.4	65.8	51.2	36.6	21.9	7.3	30
170.6	156	141.3	126.7	112.1	97.5	82.8	68.2	53.6	39	24.4	9.7	40
173	158.4	143.8	129.1	114.5	99.9	85.3	70.7	56	41.4	26.8	12.2	50
175.4	160.8	146.2	131.6	117	102.3	87.7	73.1	58.5	43.9	29.2	14.6	60



מפת מאדים. המספרים בכחול בציר האופקי מציינים את קווי האורך של מאדים. למשל, קו האורך של הקניון ולאס מריניס הוא בין 60 ל-90. כדי לדעת מתי הקניון הגדול יופיע במצפה המרכזי של מאדים (פונה בדיוק אלינו), יש לבדוק מתי קווי אורך אלה מופיעים במצפה המרכזי (מפה – NASA, JPL)

כל סוגי הטלסקופים, המשקפות וציוד עזר עבור אסטרונומיה – מרמת החובב ועד למצפה כוכבים פרטי ומקצועי
המבחר הגדול ביותר בישראל - יבואנים בלעדיים של מיטב החברות:

Meade USA, Bresser Germany, Synta – SkyWatcher USA, Orion USA, William-Optics USA, Vixen Japan. QSI USA,
SBIG USA, GOTO Inc Japan, Ash-dome Immerzive Advenrue, Quim Guixa, Skyshed Pod, JMI, Optec

אולם תצוגה – רחוב הרא"ה 41 רמת-גן. טל. 03-6724303 פקס: 03-5799230 דוא"ל: astronomy@cosmos.co.il